Margrit Olive Glaser

Zeitverlaufsanalysen des Stroop-Phänomens

DISSERTATION
zur
Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Sozialwissenschaft
in der Fakultät
für Sozial- und Verhaltenswissenschaften
der Eberhard-Karls-Universität Tübingen

1981

81 391

Margrit Olive Glaser

Zeitverlaufsanalysen des Stroop-Phänomens

DISSERTATION
zur
Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Sozialwissenschaft
in der Fakultät
für Sozial- und Verhaltenswissenschaften
der Eberhard-Karls-Universität Tübingen

1981

Gedruckt mit Genehmigung
der Fakultät für Sozial- und Verhaltenswissenschaften
der Universität Tübingen

Hauptberichterstatter: Prof. Dr. Niels Birbaumer
Mitberichterstatter: Prof. Dr. Rudolf Bergius
Dekan: Prof. Dr. Johannes Neumann
Tag der mündlichen Prüfung: 23. Juli 1981

UNIV. LEIDEN BIBL.

Gesamtherstellung: Grafische Betriebe W. Biering GmbH, Freisinger Landstr. 21, 8000 München 45

Meiner Mutter
und dem Andenken
meines Vaters

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548922_0019

Inhalt

		Seite
	Einleitung	1
1.	Theoretischer Teil	4
1.1	Die Antwortkonflikt-Hypothese	4
1.1.1	Das Logogenmodell von Morton (1969, 1970)	5
1.1.1.1	Der semantische Gradient	7
1.1.1.2	Der Stroop-Konflikt in anderen visuellen Dimensionen	9
1.1.1.3	Stroop-Effekte mit relevantem und irrelevantem Reiz in verschiedenen Modalitäten	11
1.1.1.4	Die Abhängigkeit des Konflikts von der Geschwindigkeit der Wort- und Farbverarbeitung	12
1.1.2	Das Laufzeitmodell von Glaser & Dolt (1977)...	22
1.2	Das Stroop-Phänomen als Wahrnehmungskonflikt	35
1.2.1	Kongruenz von Wort und Farbe	42
1.3	Das Stroop-Phänomen als Encodierungskonflikt	49
2.	Experimenteller Teil	69
2.1	Experiment 1: Lesen und Benennen von Stroop-Reizen in Abhängigkeit vom Instruktionszeitpunkt im CIP-Paradigma	69
2.1.1	Experiment 2 bis 6: die Standardkontrollbedingung	89
2.2	Experiment 2: Lesen und Benennen von Stroop-Reizen in Abhängigkeit von der Reizeinsatzasynchronie (SOA) im Doppelstimulationsparadigma	92
2.3	Experiment 3: die Reaktionszeit auf Stroop-Reize im Doppelstimulationsparadigma mit variierten Reizwahrscheinlichkeiten	117
2.4	Experiment 4: die Zeitdiskrimination der Komponenten von Wort-Wort- und Farbe-Farbe-Reizen im Doppelstimulationsparadigma	131

Seite

2.5 Experiment 5: die Verarbeitung von Wort-Wort- und Farbe-Farbe-Reizen bei konfundierter Orts- und Zeitdiskrimination (Kontrolle 1) 140

2.6 Experiment 6: die Zeitdiskrimination der Komponenten von Wort-Wort- und Farbe-Farbe-Reizen ohne semantischen Bezug zum Reizinhalt (Kontrolle 2) 145

2.7 Schlußbemerkung 150

Zusammenfassung 152

Literatur 155

Vorwort

Die hier dargestellte Reihe von sechs Experimenten wäre nicht zustandegekommen, hätte mir nicht modernstes Gerät des Psychologischen Institutes der Universität Tübingen, ein Projektionstachistoskop mit Zufallszugriff und die Prozeßrechenanlage Hewlett Packard 9603A, zur Verfügung gestanden. Den Angehörigen der Institutswerkstätten, Herrn Hugo Kehrer, Wolfgang Kern und Gerhard Schnerr, bin ich für ihre unentbehrliche Hilfe beim Aufbau der Versuchsanordnungen und ihr stets schnelles Eingreifen bei den unvermeidlichen Störungen zu großem Dank verpflichtet.

Die Programme für die Versuchssteuerungen und die Auswertungen hat mein Ehemann, Dipl.-Ing. Dr. Wilhelm Glaser, geschrieben. Er hat ferner die Fotoarbeiten zur Herstellung der Reize ausgeführt und mich bei der Formulierung technischer Details der Abschnitte "Material" und "Gerätetechnik" beraten. Dafür und für viele anregende Diskussionen danke ich ihm sehr.

Herrn Professor Niels Birbaumer und Herrn Professor Rudolf Bergius danke ich für ihre Bereitschaft, die Arbeit zu begutachten und mich bei der zügigen Fertigstellung zu unterstützen.

Nicht vergessen möchte ich die etwa 100 studentischen Versuchspersonen, ohne deren geduldige und motivierte Mitarbeit an den nicht immer kurzweiligen Experimenten diese Arbeit nicht hätte entstehen können.

Einleitung

Schon seit Beginn der experimentellen Psychologie ist es bekannt, daß das Benennen von Objekten und Farben mehr Zeit benötigt als das Lesen der entsprechenden Worte. Den ersten experimentellen Beitrag zur Zeitdifferenz zwischen dem Benennen von Farben und dem Lesen von Farbworten veröffentlichte 1886 J. McK. Cattell in der Zeitschrift Mind (nach Jensen & Rohwer 1966). In den folgenden Jahren wurde eine Vielzahl weiterer Arbeiten zu diesem Thema publiziert, so z. B. von Brown (1915), Lund (1927) und Ligon (1932). 1935 erschien die Arbeit von J. R. Stroop "Studies of interference in serial verbal reactions", in der er die Reaktion auf Farben und Farbworte nicht, wie bis dahin üblich, an getrenntem Reizmaterial untersuchte, sondern Farben und Farbworte gleichzeitig in einem Reiz zusammen darbot, jedoch so, daß Farben und Farbworte nicht übereinstimmten. So war z. B. das Wort *ROT* in *blauer* Farbe oder das Wort *GRÜN* in *roter* Farbe gedruckt.

Für den gesamten Text dieser Arbeit wurde folgende Konvention gewählt: Großbuchstaben in abweichender Type, z. B. *ROT*, drücken stets Wortzeichen und deren Bedeutung aus; Kleinbuchstaben in abweichender Type, z. B. *rot*, geben Farbwerte von Reizen oder Reizdimensionen wieder.

Die Vpn bekamen die Aufgabe, einerseits die Farben dieser Reize zu benennen, andererseits die bunten Farbworte zu lesen. Stroop war daran interessiert, wie stark die Anwesenheit des jeweils irrelevanten Attributs das Verarbeiten des relevanten Attributs stören würde. Es zeigte sich, daß die irrelevante Farbe das Lesen der Worte praktisch nicht beeinträchtigte (verglichen mit dem Lesen schwarz-weißer Farbworte), daß aber eine beinahe dramatische Störung des Farbenbenennens durch die irrelevanten Worte auftrat (verglichen mit dem Benennen einfacher Farbreize). Die Benennzeit verlängerte sich um 74 % gegenüber der Kontrollbedingung.

Dieser sicher auch für Stroop selbst überraschende Befund ist seitdem als "Stroop-Phänomen" in die psychologische Literatur eingegangen. Von einem Phänomen zu sprechen ist sicher nicht übertrieben, vor allem wenn man bedenkt, daß der in der großen Zeitverlängerung zum Ausdruck kommende Konflikt zwischen Lesen und Benennen, von dem meines Wissens bisher jede Vp betroffen war, auch von typischen Verhaltensauffälligkeiten begleitet ist. So schreiben Jensen & Rohwer (1966, S. 58-59): "They (die Vpn M.G.) become more tense, they strain forward, they take on the expression of eyestrain, they gesture with the arms and hands, and occassionally they stamp their feet. Exaggerated vocal emphasis is also characteristic ... Repeated retesting decreases these overt signs of stress, though Ss never come to regard the CW task (Farbe und Wort inkongruent M.G.) with the same bored equanimity that they finally show towards cards C and W."

Viele Jahre hindurch wurde das Stroop-Phänomen hauptsächlich in der Persönlichkeitspsychologie verwendet. Deshalb wird auch heute noch vielfach vom Stroop-Test gesprochen, obwohl es meines Wissens noch keine allgemein anerkannte Standardversion gibt. Seine Verwendung in der differentiellen Psychologie liegt schon deshalb nahe, weil die Vpn einerseits große interindividuelle Unterschiede aufweisen, andererseits auch die Test-Retest-Reliabilität sehr hoch ist. Im Gegensatz dazu ist aber leider die Validität der mit dem Test gemessenen "Interferenzneigung" nicht sehr vielversprechend. Nicht einmal mit den klassischen Persönlichkeitsmaßen Introversion/Extraversion und Neurotizismus, aber auch nicht mit Intelligenz, zeigen sich merklich über Null hinausgehende Korrelationen. Ein ausführlicher Überblick über Untersuchungen zum Stroop-Phänomen in der differentiellen Psychologie findet sich bei Jensen & Rohwer (1966).

Daneben gibt es zahlreiche Arbeiten zur Abhängigkeit der Leistung in der Stroop-Aufgabe vom Erregungsniveau (Agnew & Agnew 1963, Daniel 1969, Grand & Segal 1966, Tecce &

Dimartino 1965, Tecce & Happ 1964, Thackray & Jones 1971, Thackray, Jones & Touchstone 1972), vom Alter (Comalli, Wapner & Werner 1962, Cramer 1967, Rand, Wapner, Werner & McFarland 1963), von der vorangehenden verbalen Sättigung (Ellison & Lambert 1968) und von zusätzlichen unspezifischen akustischen Distraktoren (Houston 1969). Auch zur Untersuchung des Problems der Hemisphärenunterschiede (Friedman & Derks 1973, Schmit & Davis 1974, Warren & Marsh 1978), der unterschwelligen Wahrnehmung (Severance & Dyer 1973) und zur Frage des phonetischen Symbolismus (Langer & Rosenberg 1966, Stein & Langer 1966) wurde die Stroop-Aufgabe oder ihr nachempfundenes Material verwendet.

Ab Mitte der sechziger Jahre begann sich die Kognitionspsychologie für das Stroop-Phänomen zu interessieren, in der Hoffnung, daß eine Störung der Reizverarbeitung auch Information über normalerweise ungehindert ablaufende Prozesse liefern könnte. So schreibt Dyer (1973c, S. 106): "For this reason, the anomalous color naming of the Stroop test should make it an important means for increasing our understanding of the normal processes of reading, stimulus identification, and stimulus naming that either disrupt or are disrupted in the Stroop test."

Die vorliegende Arbeit befaßt sich dementsprechend mit der Frage: warum ist das Benennen eines inkongruent gefärbten Farbwortes so viel schwieriger als das eines reinen Farbreizes und wo im Verarbeitungsprozeß tritt diese Störung auf? Hinzu kommt das Problem der Asymmetrie des Konflikts: was ist das Spezifische an der Verarbeitung einer Farbe, das sie anfällig macht gegenüber einem gleichzeitig dargebotenen Wort, während umgekehrt ein Wort ohne Störung durch die Farbe gelesen werden kann?

1. Theoretischer Teil

1.1 Die Antwortkonflikt-Hypothese

Bis zu der Arbeit von Hock & Egeth im Jahre 1970 gibt es meines Wissens keinen Autor, der das Stroop-Phänomen n i c h t als einen Antwortkonflikt (engl. response competition) interpretiert hätte. Schon Stroop (1935) erklärte die Schwierigkeit beim Farbenbenennen eines inkongruent gefärbten Farbwortes mit einem Konflikt zwischen zwei Reaktionen ungleicher Habitstärke, wobei die stärkere (das Lesen) zugunsten der schwächeren (dem Farbenbenennen) unterdrückt werden muß. Diese ungleiche Habitstärke ist auch die Ursache für die Asymmetrie der Störung und für den Unterschied zwischen Lesen und Benennen in der Kontrollbedingung. Daß sich beide Habitstärken unterscheiden, liegt einfach daran, daß Lesen im Lauf des Lebens mehr geübt wird als Benennen.

Das Problem mit dieser Erklärung ist jedoch, daß sie, wie Jensen & Rohwer (1966) schreiben würden, "both obvious and unenlightening" ist; oder anders ausgedrückt: meines Erachtens handelt es sich dabei nicht um eine Erklärung, sondern nur um eine Beschreibung des Phänomens. Ich habe noch keine Vp getroffen, die, nach der Ursache ihrer verlängerten Reaktionszeit bei Stroop-Reizen befragt, nicht spontan die Schwierigkeit der Unterdrückung der schnell vorliegenden Leseantwort genannt hätte. Damit ist aber zur Erhellung des Problems noch nichts beigetragen. Erst innerhalb eines f u n k t i o n a l e n M o d e l l s der zugrundeliegenden kognitiven Prozesse, mit genauen Vorstellungen über die einzelnen Verarbeitungsstufen eines Reizes, ist eine E r k l ä r u n g der Störung als Antwortkonflikt möglich. Morton (1970, S. 203-204) charakterisiert ein solches Modell folgendermaßen: "A functional model, by the present usage, is one which separates out those processes in the brain which can be distinguished from one another by one of several criteria. The most important of these are

the nature of the code in which information is processed, the kinds of information that can interact, and the logical form of the processing operation."

1.1.1 Das Logogenmodell von Morton (1969, 1970)

Morton (1969, 1970) versuchte ein solches funktionales Modell, das er ursprünglich aufgrund von Worterkennungsexperimenten entwickelt hatte, zur Erklärung des Stroop-Phänomens heranzuziehen (Abb. 1). Der Ausgangspunkt für dieses Modell ist

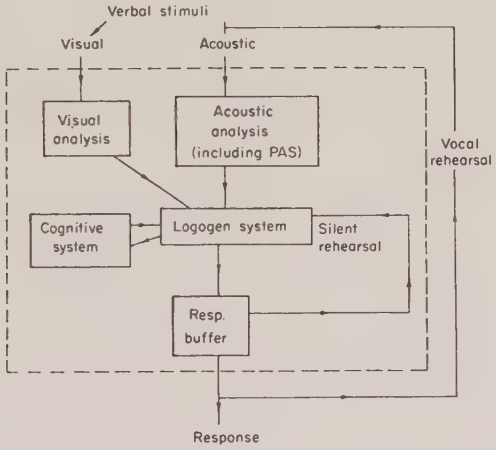


Abb. 1.
Informationsfluß im Logogenmodell von Morton. Die gestrichelte Linie repräsentiert die Grenze zwischen Organismus und Außenwelt (Fig. 1 aus Morton 1970).

die Annahme, daß immer, wenn als Antwort auf einen visuellen oder akustischen Reiz dessen Name verfügbar (engl. available) ist, dieselbe kognitive Einheit dafür verantwortlich ist. Diese Einheit nennt Morton ein Logogen (1970, S. 205-206): "Thus, when you see the word 'table', hear it spoken, see the object or are asked to free associate to 'chair' or complete the sentence 'I put the plate on the -,' the same

word is available as a response (and can be given overtly). The supposed origin of the response is termed a LOGOGEN, which is the part of the system that produces or leads directly to the instructions to the articulators." Jedes Wort im Vokabular eines Menschen ist demnach als Logogen im Logogensystem repräsentiert. Dieses Logogen ist im Grunde ein Zähler, der immer dann seinen Wert um eine Einheit erhöht, wenn er Information erhält, die dem Wort entspricht, das er repräsentiert. Erreicht der Zähler einen kritischen Wert, so wird das entsprechende Wort bereitgestellt und kann, muß aber natürlich nicht ausgesprochen werden. In der Zwischenzeit bleibt es im Antwort-Zwischenspeicher (engl. response buffer).

Wichtig ist, daß jeweils nicht nur ein Logogen aktiviert wird, sondern daß immer mehrere Logogene, die visuell, akustisch oder semantisch ähnliche Worte repräsentieren, gleichzeitig ansprechen (s. Warren 1972). Nur wird in der Regel das dem Reiz nächste zuerst seinen kritischen Wert erreichen. Dieser kritische Wert ist zudem nicht für alle Logogene gleich hoch. So führt z. B. das Aussprechen eines Wortes zu einer zeitweiligen Senkung der Schwelle, so daß sie schon mit weniger sensorischer Information überschritten wird. Nach einiger Zeit steigt sie zwar wieder an, sie bleibt aber für häufig gehörte und gelesene Worte generell niedriger als für seltene Worte.

Außer mit dem Antwort-Zwischenspeicher steht das Logogensystem noch mit dem kognitiven System, man könnte auch sagen mit dem Langzeitgedächtnis, in Verbindung. Hier erfolgt die semantische Beschreibung des im Logogensystem analysierten Materials, außerdem erhält das Logogensystem seinerseits Kontextinformation aus dem Langzeitgedächtnis.

Der Stroop-Konflikt läßt sich mit diesem Modell folgendermaßen erklären: beide Dimensionen eines Stroop-Reizes werden parallel verarbeitet und im Logogensystem automatisch verbal codiert. Nun ist aber das motorische Programm für das Wort

schneller verfügbar als das für die Farbe und erreicht somit auch zuerst den Antwort-Zwischenspeicher. Da in diesen pro Zeiteinheit nur ein Programm Eintritt finden kann, wird die Anwort auf die Farbe blockiert, bis der Speicher wieder frei ist. Das Aussprechen eines Farbwortes beim Farbenbenennen führt außerdem zu einer zusätzlichen Schwellenerniedrigung der Farbwortlogogene, wodurch sich die Wahrscheinlichkeit, daß das irrelevante Wort den Zwischenspeicher zuerst erreicht, erhöht und damit die Störung verstärkt wird. Diese Schwellenerniedrigung betrifft auch Logogene, die mit den Farbwortlogogenen assoziativ verknüpft sind, wenn auch natürlich in geringerem Maße.

Zur Überprüfung des Modells von Morton lassen sich eine Reihe von Experimenten, die in den letzten zwanzig Jahren gemacht wurden, sehr gut heranziehen.

1.1.1.1 Der semantische Gradient

Klein (1964) untersuchte als erster das Ausmaß des Konflikts in Abhängigkeit von der Art des irrelevanten Materials. Zusätzlich zur klassischen Stroop-Aufgabe verwendete er folgende fünf Bedingungen (die Worte immer in den Farben *rot, grün, gelb* und *blau* gedruckt):

1.) sinnlose Buchstabenfolgen (hjh, evgic, bhdr, gsxrq),
2.) seltene englische Worte (sol, helot, eft, abjure),
3.) häufige, aber nicht mit Farben assoziierte englische Worte (put, heart, take, friend),
4.) eng mit den verwendeten Farben assoziierte Worte, gedruckt in inkongruenten Farben (lemon, grass, fire, sky),
5.) Farbnamen, die nicht mit den verwendeten Farben übereinstimmten (tan, purple, grey, black).

Abb. 2 zeigt die Ergebnisse: die Interferenz (gemessen als Differenz zwischen experimenteller Bedingung und Kontrollbedingung) war zwar in der klassischen Stroop-Aufgabe weitaus am höchsten, es zeigte sich aber auch in allen anderen

Bedingungen eine gewisse Störung, die mit wachsender semantischer Ähnlichkeit zwischen den irrelevanten Worten und den relevanten Farben kontinuierlich zunahm.

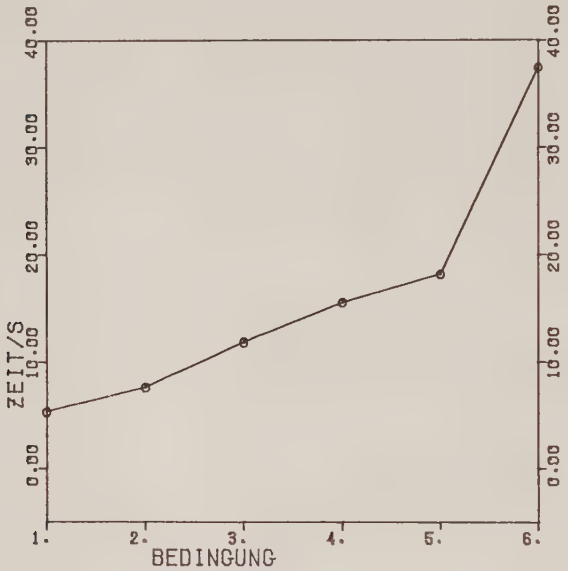


Abb. 2.
Differenzen zwischen den Benennzeiten in der experimentellen Bedingung und der Kontrollbedingung für die verschiedenen Farbe/Wort-Kombinationen: 1 = sinnlose Buchstabenfolgen, 2 = seltene engl. Worte, 3 = gebräuchliche engl. Worte, 4 = mit Farben assoziierte Worte, 5 = zu den Farben disjunkte Farbworte, 6 = die klassische Stroop-Aufgabe (Zahlenwerte aus Klein 1964).

Ähnliche Experimente wurden in der Folge von einer Vielzahl von Autoren durchgeführt, so z. B. von Bakan & Alperson (1967), Dalrymple-Alford (1972a, b), Fox & Shor (1976), Fox, Shor & Steinman (1971), Hock & Petrasek (1973), Scheibe, Shaver & Carrier (1967) und Schiller (1966). In allen Fällen ließen sich die Ergebnisse von Klein (1964) zum semantischen Gradienten replizieren.

Nach Morton lassen sich diese Befunde leicht erklären. Die geringfügige Störung durch jedes beliebige Wort liegt an

der größeren Lese- im Vergleich zur Benenngeschwindigkeit. Steht ein Wort zusätzlich semantisch mit Farben in Verbindung, so aktiviert es nicht nur sein eigenes Logogen, sondern über Assoziationen auch Farblogogene, womit sich der Konflikt erhöht. Daß die Störung in der klassischen Stroop-Bedingung ihr Maximum erreicht, ist durch die zusätzliche Schwellenerniedrigung der Farbwortlogogene beim offenen Aussprechen der Farbworte bedingt.

Gerade hier ist aber ein Kritikpunkt anzubringen: wenn tatsächlich das Aussprechen eines Farbwortes zu einer Senkung des kritischen Wertes des entsprechenden Logogens führt, sodaß das Farbwort zukünftig noch schneller am Antwort-Zwischenspeicher vorliegt, so ist die F a r b e doch in gleichem Maße von dieser Beschleunigung betroffen, da ja Farbwort u n d Farbe in demselben Logogen repräsentiert sind. Eine E r h ö h u n g der Störung wäre demnach nicht zu erwarten. Dieses Argument wird auch von Warren & Lasher (1974) vorgebracht, die zusätzlich an Mortons Modell kritisieren, daß es nicht erklären kann, wie der Konflikt g e l ö s t wird. An diesem Punkt setzen die Überlegungen von Glaser & Dolt (1977) ein, die in einem späteren Abschnitt besprochen werden.

1.1.1.2 Der Stroop-Konflikt in anderen visuellen Dimensionen

Nach dem Modell von Morton ist zu erwarten, daß Stroop-ähnliche Konflikte nicht auf Farben beschränkt sind, sondern sich in gleichem Maße auch in anderen Dimensionen finden lassen. Tatsächlich gibt es eine Vielzahl von Experimenten zu diesem Thema, von denen nur einige wenige erwähnt seien.

Auch für die hier zu beschreibenden Reize wurde im folgenden Text die auf S. 1 eingeführte Konvention verwendet: Großbuchstaben in abweichender Type kennzeichnen Wörter, Kleinbuchstaben in abweichender Type geben nichtsprachliche Reizcharakteristika wieder.

White (1969) bot seinen Vpn Tafeln mit Quàdraten dar, auf die *oben, unten, rechts* oder *links* die Worte *NORDEN, SUDEN, OSTEN* oder *WESTEN* gedruckt waren. In der Konfliktbedingung stimmten Wortbedeutung und Position des Wortes, bezogen auf Landkartennorm, nicht überein, das Wort *NORDEN* stand z. B. am *unteren* Rand des Quadrats. Dies hatte eine Verlängerung der Benennzeit gegenüber der Kontrollbedingung um ca. 20 % zur Folge. Zum Vergleich bot er einer zweiten Gruppe die traditionelle Stroop-Tafel dar und erreichte damit eine Zunahme um 60 %.

Shor (1970) verwendete in vier Richtungen weisende Pfeile, in die die Worte *RECHTS, LINKS, AUFWÄRTS* oder *ABWÄRTS* (engl. *RIGHT, LEFT, UP, DOWN*) hineingeschrieben waren. In der Konfliktbedingung ergab sich eine um 10 % verlängerte Benennzeit, auch dies eine sehr viel geringere Störung als in der normalen Stroop-Aufgabe, in der bei simultaner Darbietung des Reizmaterials (Benennen von Farbtafeln) in der Regel eine Verlängerung von 50-100 % auftritt.

Dyer (1972) ließ wie Shor Richtungen benennen, nur bewegte er die vier Worte *RECHTS, LINKS, AUFWÄRTS* und *ABWÄRTS* auf einem Oszilloskop in eine mit der Wortbedeutung nicht übereinstimmende Richtung. Die Reaktionszeit verlängerte sich um ca. 30 ms, während bei Einzeldarbietungen von klassischen Stroop-Reizen in der Regel eine Zunahme um 70-100 ms gegenüber der Kontrollbedingung auftritt.

Ähnliche Ergebnisse wie in den genannten drei Arbeiten finden sich auch bei Dyer (1971c), Fox, Shor & Steinman (1971), Seymour (1973b), Shor (1971), Shor, Hatch, Hudson, Landrigan & Shaffer (1972) und Warren & Lasher (1974): es lassen sich zwar relativ leicht Stroop-ähnliche Konfliktbedingungen konstruieren, aber die H ö h e der Interferenz ist in der Regel sehr viel geringer als in der klassischen Stroop-Aufgabe. Dies veranlaßte Dyer (1973c, S. 109) bereits zu

der Vermutung: "The general failure of dimensions of arrow direction, spatial position, achromatic shade, movement direction, and form to provide a strong analog of the Stroop test suggests that processing of color information is in some way different from these other dimensions." Erstaunlicherweise findet sich aber gerade bei einer Aufgabe eine dem Stroop-Konflikt vergleichbare Störung, die man a priori als nicht schwieriger als die eben genannten einschätzen würde: beim Benennen der Anzahl einer kleinen Menge von Ziffern (n = 1..3, analog dem Ziffernversuch von Merz 1961) fand Windes (1968) eine Störung von ungefähr 100 ms durch die inkongruenten Zahlwörter. Ähnliche Resultate finden sich bei Hock & Petrasek (1973), Morton (1969) und Shor (1971).

Dies läßt aber Zweifel an Dyers Vermutung aufkommen, daß sich Farbverarbeitung prinzipiell von der Verarbeitung anderer visueller Dimensionen unterscheiden könnte, wenn man nicht annehmen will, daß Anzahl- und Farbenbenennnen etwas gemeinsam haben, was sie von allen anderen Dimensionen unterscheidet.

1.1.1.3 Stroop-Effekte mit relevantem und irrelevantem Reiz in verschiedenen Modalitäten

Morton (1969) ließ Karten nach der Menge darauf gedruckter Symbole sortieren und bot gleichzeitig dazu inkongruente Zahlworte akustisch dar. In Übereinstimmung mit seinem Modell fand er auch hier eine Störung, die, wie er berichtet, im Ausmaß derjenigen einer rein visuellen Aufgabe vergleichbar war. Da er keine exakten Daten angibt, ist sein Experiment schwer zu beurteilen. Dies ist umso bedauerlicher, als das Resultat im Gegensatz zu einer Reihe von Experimenten steht (z. B. Dyer 1973c, Thackray & Jones 1971), in denen es n i c h t gelang, auf diese Weise Interferenz zu erzeugen. Eine Erklärungsmöglichkeit für die entgegengesetzten Ergebnisse ist sicherlich, daß es bei Verwendung zweier Modalitäten schwierig sein mag, die Unterschiede in der Verarbeitungs-

geschwindigkeit zwischen relevantem und irrelevantem Reiz zu erzielen, die nötig sind, um einen Antwortkonflikt im Sinne Mortons hervorzurufen; die Verarbeitung akustischer Reize mag zeitlich anders verlaufen als die visueller. Hinzu kommt, daß möglicherweise die fehlende Integralität (im Sinne von Garner & Felfoldy 1970) von relevantem und irrelevantem Reizaspekt die Aufgabe dadurch erleichtert, daß in Treismans (1969) Terminologie Eingangsselektion (engl. input selection) möglich wird.

1.1.1.4 Die Abhängigkeit des Konflikts von der Geschwindigkeit der Wort- und Farbverarbeitung

Da nach Morton die Hauptursache der Störung darin liegt, daß das Wort schneller verarbeitet wird als die Farbe, sollte eine Verlangsamung des Leseprozesses zu einer Reduktion, im Extremfall sogar zu einer Beseitigung des Konflikts führen. Diese an sich triviale Aussage läßt sich natürlich experimentell sehr leicht bestätigen. Man braucht nur wie Gumenik & Glass (1970) und Dyer & Severance (1972) das Wort durch Überdecken mit einer Maske schwerer lesbar zu machen und damit die Reaktionszeit in der Kontrollbedingung zu verlängern, und schon ist natürlich die Störung stark reduziert. Besonders schön in seiner Schlichtheit ist das Experiment von An-Yen Liu (1973): läßt man die Vpn die Stroop-Tafel verkehrt herum halten, so daß die Worte auf dem Kopf stehen, so verringert sich der Konflikt beträchtlich!

Aus Mortons Modell ergibt sich aber auch eine zweite, nichttriviale Vorhersage: da Farbe und Farbwort a u t o m a t i s c h im Logogensystem verbal codiert werden, sollte eine Verlangsamung des Lesens bzw. Beschleunigung des Farbenbenennens eine Störung in u m g e k e h r t e r Richtung zur Folge haben (engl. reversed Stroop).

Tatsächlich gibt es einige Experimente, die diesen Effekt auch gezeigt haben:

Das Überdecken des Wortes mit einer Maske in dem schon erwähnten Experiment von Gumenik & Glass (1970) führte nicht nur zu einer Reduktion der Störung durch das irrelevante Wort (was zu erwarten war), sondern auch zu einer massiven Störung des Lesens durch die irrelevante Farbe. Es kam zu einer Verlangsamung um ca. 50 % gegenüber der Kontrollbedingung. Allerdings fanden Dyer & Severance (1972) in einer methodisch verbesserten Replikation dieses Experiments nur noch einen Stroop-Umkehreffekt (engl. reversed Stroop) von ca. 20 %, der zudem bei einer zweiten Darbietung des Reizmaterials völlig verschwunden war.

Ein ähnliches Ergebnis findet sich auch schon bei Stroop (1935): er ließ seine Vpn acht Tage lang die Farben der Konfliktbedingung benennen und am neunten Tag die Farbworte lesen. Diese massive Übung im Farbenbennen hatte einen Stroop-Umkehreffekt in der Größenordnung des üblichen Stroop-Effekts zur Folge. Allerdings war auch er am folgenden Tag wieder verschwunden.

Diese Experimente zeigen demnach, daß das unwillkürliche Benennen einer Farbe tatsächlich die Lesereaktion zu stören vermag. Während aber in den bisher geschilderten Arbeiten die Reaktion auf das Wort "künstlich" verlangsamt wurde (Überdecken mit einer Maske, ausgedehntes Üben des Farbenbenennens), so gibt es andere experimentelle Paradigmen, in denen dies von Natur aus der Fall ist:

1.) Schon Lund (1927) berichtete, daß das Durchmustern (engl. scanning) einer Worttafel nach einem bestimmten Wort beinahe doppelt so viel Zeit benötigte wie das Durchmustern einer Farbtafel nach einer bestimmten Farbe*.

---

* Anmerkung s. folgende Seite

2.) Dasselbe gilt für Vergleichsaufgaben (engl. same-different-matching tasks): die Prüfung zweier Farben auf Gleichheit bzw. Verschiedenheit geht schneller als die Prüfung zweier Farbworte (Pick, Pick & Hales 1972).

3.) Läßt man die Vpn nonverbal (z. B. durch Tastendruck) auf Farben und Farbworte reagieren, so zeigen sich ebenfalls diese Zeitverhältnisse: die motorische Reaktion auf eine Farbe ist schneller als auf ein Farbwort, zumindest dann, wenn nach einiger Übung die Anordnung der Tasten gut gelernt ist.

Konstruiert man in diesen drei Paradigmen Konfliktbedingungen, so müßten sich aufgrund der veränderten Geschwindigkeitsverhältnisse Stroop-Umkehreffekte zeigen:

Uleman & Reeves (1971) ließen Stroop-Tafeln nach Farben und Farbworten durchmustern und fanden, daß die Suche nach einem Farbwort um ca. 10 % gegenüber der Kontrollbedingung (schwarz-weiße Farbworte) verlängert war. Der Unterschied war so klein, daß er auch durch die schlechtere Lesbarkeit bunter im Vergleich mit schwarz-weißen Farbworten bedingt sein konnte. Dalrymple-Alford & Azkoul (1972) berichten jedoch, daß Dalrymple-Alford in einer unveröffentlichten Untersuchung, in der er dieses Problem durch Verwendung bunter Worte in Konflikt- und Kontrollbedingung beseitigte, eine Replikation der Ergebnisse gelungen sei.

Ganz ähnlich sind die Resultate bei Verwendung von Vergleichsaufgaben: läßt man Vpn zwei Stroop-Reize auf Gleichheit bzw. Verschiedenheit prüfen, so wird der schnelle Farbvergleich durch die irrelevanten Farbworte nicht gestört, im umge-

---

*In der Nachrichtentechnik und Systemtheorie ist die Übersetzung "abtasten" für das engl. scanning festgelegt. Im vorliegenden Zusammenhang, bei dem es sich um ein rein visuelles Durchsuchen einer Tafel handelt, schien, unabhängig von der technischen Terminologie, der Begriff "durchmustern" passender.

kehrten Fall jedoch kommt es zu einer geringfügigen Verlängerung (Egeth, Blecker & Kamlet 1969, Morton & Chambers 1973, Murray, Mastronardi & Duncan 1972).

Läßt man Vpn durch Drücken einer Farbtaste auf die F a r b e von Stroop-Reizen reagieren, so ist der Konflikt in der Regel stark reduziert (Pritchatt 1968, White 1969) und mag nach einiger Übung sogar völlig verschwinden (Dalrymple-Alford & Azkoul 1972). Leider ist von diesen drei Arbeiten nur in derjenigen Pritchatts auch die motorische Reaktion auf Farb w o r t e miteinbezogen: es ergab sich ein leichter Stroop-Umkehreffekt (s. auch Palef & Olson 1975).

Betrachtet man alle in diesem Abschnitt referierten Arbeiten nur unter dem Aspekt der relativen Geschwindigkeit von Wort- und Farbverarbeitung, so bestätigen sie sicherlich Mortons Modell, wenn auch, wie schon so oft, die Abänderung der klassischen Stroop-Aufgabe die Effekte stark reduzierte.

Betrachtet man jedoch speziell die Durchmusterungs- und Vergleichsaufgaben genauer, so ergeben sich doch erhebliche Zweifel, ob man ihre Ergebnisse noch mit der Annahme einer automatischen verbalen Codierung beider Reizaspekte im Logogensystem vereinbaren kann. Die Überlegenheit des nichtsprachlichen Reizes in diesen Fällen kann im Grunde doch nur damit erklärt werden, daß die Antwort auf ihn n i c h t verbal vermittelt wird. Offensichtlich ist die Vp im Falle der Farbe in der Lage, ihre Anwort sofort nach der visuellen Analyse des Reizes abzugeben, ohne, um in Mortons Terminologie zu bleiben, den Umweg über das Logogensystem gehen zu müssen. Das Ergebnis der visuellen Analyse einer Farbe liegt aber offensichtlich früher vor als das eines Farbwortes, was z. B. dadurch belegt ist, daß die tachistoskopische Erkennungsschwelle für Farben niedriger ist als für Worte. Hat nun eine Vp zwei Stroop-Reize auf Gleichheit bzw. Verschiedenheit der Farben zu überprüfen, so kann sie dies bereits durch Vergleich des Resultats der visuellen Analyse bewerkstelligen. Ein Benennungsprozeß ist nicht erforder-

lich. Auch Morton ist in einer späteren Arbeit (Morton & Chambers 1973) auf diese Möglichkeit der Reiz-Reaktions-Zuordnung eingegangen, ohne sie allerdings explizit in sein Modell aufzunehmen. Gestützt wird diese Annahme vor allem durch die umfangreichen Arbeiten von Posner (z. B. Posner & Boies 1971, Posner, Boies, Eichelman & Taylor 1969): er ließ Einzelbuchstaben vergleichen und konnte zeigen, daß Gleichheit des Erscheinungsbildes (engl. physical match, z. B. Vergleich der beiden Großbuchstaben A) schneller festgestellt werden kann als Gleichheit der Bedeutung (engl. name match, z. B. Vergleich des Großbuchstabens A mit dem Kleinbuchstaben a).

Ähnlich wie eine Vergleichsaufgabe würde demnach auch eine Durchmusterungsaufgabe ablaufen. Die Vp hätte nur das Ergebnis der visuellen Analyse der einzelnen Reize mit einer internen visuellen Repräsentation des gesuchten Reizes zu vergleichen.

Die leichte Störung, die die langsamere Wortverarbeitung durch die gleichzeitig anwesende inkongruente Farbe erleidet, wäre somit nicht dem Stroop-Konflikt vergleichbar. Möglicherweise handelt es sich um eine leichte Beeinträchtigung der selektiven Aufmerksamkeit durch das irrelevante Attribut.

Daß aber auch mit Vergleichsaufgaben sehr leicht Stroop-Effekte zu erzielen sind, konnten Egeth, Blecker & Kamlet (1969) zeigen: druckt man auf die zu vergleichenden Farbreize die Worte *GLEICH* oder *VERSCHIEDEN*, so kommt es zur Störung, wenn die Wortbedeutung nicht mit der verbalen Antwort auf das Farbenpaar übereinstimmt. Es tritt dann der nach Morton zu erwartende Anwortkonflikt auf (s. auch Dalrymple-Alford & Azkoul 1972).

Unabhängig davon kann man aber auch in Durchmusterungsaufgaben, die an sich noch auf rein visueller Ebene lösbar wären, dann Interferenz erzeugen, wenn man die Zahl der

Farben, nach denen gleichzeitig gesucht werden muß, erhöht. Flowers & Dutch (1976) fanden bei der Suche nach einer und nach zwei Farben noch keinerlei Interferenz. Bei gleichzeitigem Durchmustern nach drei Farben kam es dann zu einer deutlichen Störung durch die inkongruenten Farbworte, wenn die drei Farben visuell sehr verschieden waren (z. B. *rot, gelb* und *blau* im Unterschied zu *grün, blau* und *purpur*). Dies spricht dafür, daß die Vpn von einer visuellen zu einer verbalen Codierung der Farben wechselten, da das gleichzeitige Behalten dreier sehr verschiedener visueller Codes ihre Verarbeitungskapazität überschritten haben dürfte. Dies bedeutet aber, daß der Organismus bei der Verarbeitung einer Farbe das Niveau der Codierung (engl. level of processing) in gewissen Grenzen frei wählen kann.

Wie sieht es damit aber bei der Reaktion auf ein Farbwort aus? Wie bereits erwähnt, ist die Reaktion auf Worte in Durchmusterungs- und Vergleichsaufgaben langsamer als auf Farben. Dies könnte ausschließlich dadurch bedingt sein, daß ein Wort aufgrund seiner größeren Komplexität schwerer zu analysieren ist als eine Farbe (belegt durch eine höhere Erkennungsschwelle). Es kann aber auch bedeuten, daß die ausschließlich visuelle Analyse eines Wortes nur schwer möglich ist, daß es beinahe automatisch bis zur Bereitstellung der motorischen Antwort verarbeitet wird. Wenn dem so ist, so ergäbe sich daraus ein prinzipieller Unterschied zwischen Lesen und Benennen: beim Benennen eines Reizes kommt nach der visuellen Analyse ein zusätzlicher Codierschritt hinzu, bei dem ihm sein Name zugeordnet wird, beim Lesen eines Wortes kommt es parallel mit der visuellen Analyse zur Bildung der verbalen Antwort.

In Mortons Modell dagegen verlaufen Lese- und Benennprozeß völlig analog über das Logogensystem, wobei die unterschiedliche Geschwindigkeit beider Prozesse eigentlich nur darauf zurückgeführt werden kann, daß Lesen im Lauf des Lebens mehr geübt wird als Benennen und damit eine größere Habitstärke besitzt. Gegen diese Annahme gibt es aber eine

Vielzahl experimenteller Belege:

1.) Untersucht man den Unterschied zwischen Lesen und Benennen an verschiedenen Altersstufen, so zeigt sich außer in den jüngsten Gruppen, in denen die Ergebnisse uneinheitlich sind, spätestens ab acht Jahren eine praktisch konstante Differenz über alle Altersstufen hinweg (Comalli, Wapner & Werner 1962, Ligon 1932, Lund 1927, Schiller 1966). Wäre der Unterschied nur auf häufigeres Üben des Lesens zurückzuführen, so sollte er sich mit wachsendem Alter vergrößern, da Lesen zunehmend mehr geübt wird. Dasselbe zeigt sich bei der Stroop-Aufgabe: auch hier sollte die Interferenz im Laufe der Entwicklung zunehmen, was nicht der Fall ist. Es bleibt nach einer anfänglichen starken Abnahme der Störung bei einem konstanten Schwierigkeitsunterschied zum Farbenbenennen (Schiller 1966), der sich erst in höherem Alter wieder etwas zu vergrößern scheint (Comalli, Wapner & Werner 1962).

2.) In Übungsexperimenten verbessert sich zwar die Benennzeit anfangs stärker als die Lesezeit, nach einiger Zeit verlaufen aber wiederum beide Funktionen parallel und zwar mit einer konstanten Überlegenheit der Lesereaktion (Brown 1915, Shor, Hatch, Hudson, Landrigan & Shaffer 1972).

3.) Es ist bekannt, daß in Wahlreaktionszeitexperimenten eine logarithmische Beziehung zwischen der Zahl der Reize und der Reaktionszeit* besteht, bzw. daß die RT linear mit der durchschnittlich pro Antwort übertragenen Information ansteigt (Hick 1952). Diese Beziehung gilt für fast alle Aufgaben, so auch für das Farbenbenennen. Beim Lesen findet man dagegen keine, oder nur eine sehr geringfügige, Zunahme der RT mit der Zahl der Stimulusalternativen. Gholson & Hohle (1968a) und Morin, Konick, Troxell & McPherson (1965) bestätigten diese bekannte Tatsache: außer bei zwei Reiz-

*Im folgenden Text wird dafür die Abkürzung "RT" verwendet. Sie ist an das engl. reaction time mnemotechnisch angelehnt und in englischen Texten so häufig, daß sie als international gültiges Kürzel angesehen werden kann.

alternativen, bei denen sich die RTs nicht unterschieden, war Farbenbenennen langsamer als Lesen und dieser Unterschied vergrößerte sich mit wachsender Farbenzahl. Die Lesereaktionszeit dagegen blieb unabhängig von der Zahl der verwendeten Worte praktisch konstant.

4.) Eine klassische Illustration des Unterschieds zwischen Lesen und Benennen findet sich bei Fraisse (1969). Er konnte zeigen, daß der gleiche Reiz, ein "O", wenn er als einer von vier Buchstaben gelesen werden soll (Antwort: Vokal "O"), eine um 166 ms kürzere RT ergibt, als wenn er als eines von vier geometrischen Zeichen (Antwort: "Kreis") benannt wird.

5.) Für die Vermutung, daß beim Lesen eines Wortes die perzeptuelle Analyse mit der Aktivierung eines motorischen Programms verbunden ist, spricht ein Experiment von Erikson & Erikson (1974). Die Autoren boten 4-buchstabige Wörter in zwei Teilen dar, getrennt durch ein Interstimulusintervall (ISI) von 0 bis 300 ms, wobei die Menge der überhaupt vorkommenden Wörter den Vpn bekannt war. Die Präexposition des 1., des 1. und 2. und des 1., 2. und 3. Buchstabens führte bei den längeren ISIs zu einer deutlich kürzeren Reaktionszeit als die Darbietung des ganzen Wortes oder die Präexposition des 2., 3. und 4. Buchstabens. Diese Erleichterung war allerdings daran gebunden, daß sich die Aussprache des präexponierten Buchstabens durch den nachfolgenden Wortteil nicht mehr veränderte.
Diesen Effekt, daß offensichtlich schon bei der Wahrnehmung des ersten Teils eines Wortes dessen motorisches Programm aktiviert wird, konnten Singer, Lappin & Moore (1975) auch in einem Stroop-Experiment aufzeigen: verwendet man als irrelevante Reize nur die ersten zwei Buchstaben von Farbworten, so kommt es zu einer deutlichen Störung des Farbenbenennens, die höher ist als die durch Mittel- oder Endbuchstaben (s. auch Dalrymple-Alford 1972b, Regan 1978).

Seymour (1973a) hat aufgrund solcher und ähnlicher Überlegungen das Modell von Morton so modifiziert, daß es den Unterschied zwischen Wort- und Bildbenennung mit aufnimmt (Abb. 3).

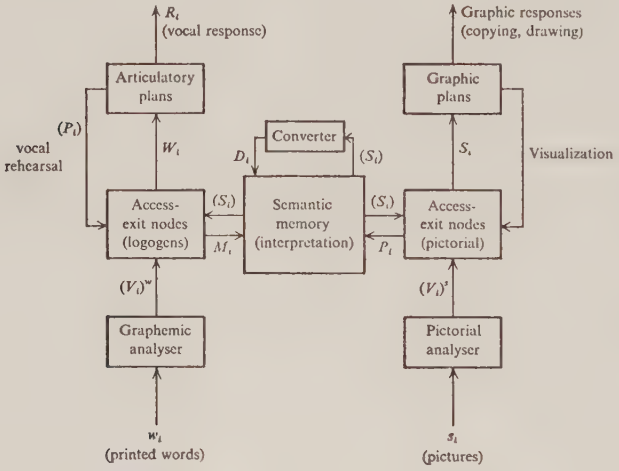


Abb.3.
Schematische Darstellung eines modifizierten Logogenmodells mit getrennten Ein- und Ausgängen für sprachliche und bildliche Reize (Fig. 2 aus Seymour 1973a).

Die Wortverarbeitung bleibt dabei im wesentlichen unverändert, sie verläuft nach einer visuellen Analyse durch einen Wortanalysator ("graphemic analyser") wie immer über das Logogensystem. Im Falle eines nichtsprachlichen Reizes spricht ein zweites Analysesystem an ("pictorial analyser"), dessen Ergebnis eine visuelle Repräsentation des Reizes in einem, dem Logogensystem funktional äquivalenten, Bilderzeugungssystem ist. Auf dieser Verarbeitungsstufe ist bereits eine nonverbale Reaktion auf einen nonverbalen Reiz möglich. Soll er jedoch benannt werden, so kommt es in einem weiteren Codierschritt zur Interpretation des Reizes im abstrakten semantischen Gedächtnis und erst daran anschließend zur Bereitstellung der verbalen Antwort über das Logogensystem. Der mit dem semantischen Gedächtnis in Verbindung stehende Übersetzer ("converter") tritt dann in Aktion, wenn die

abstrakte, semantische Repräsentation eines Reizes umcodiert werden muß. Dies ist z. B. dann der Fall, wenn auf eine Farbe nicht mit einem Farbnamen, sondern mit einer neu dazu gelernten Antwort reagiert werden soll. Den Zeitbedarf für solch einen zusätzlichen Übersetzungsschritt schätzt Seymour aufgrund verschiedener Experimente auf ca. 200 ms.
Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß sich auch Morton in einer neueren Arbeit (1979) stark den Vorstellungen Seymours angenähert hat.

Ein Problem an Seymours Modell scheint mir allerdings, daß Wort und Bild von Anfang an in getrennten visuellen Analysesystemen bearbeitet werden. Es erhebt sich dann die Frage, wie der Organismus, bevor er einen Reiz verarbeitet hat, schon entscheiden kann, ob es sich um ein Wort oder ein Bild handelt. Eine Möglichkeit, dieses Problem zu lösen, besteht in der Annahme einer präattentiven Analyse; Seymour (1973a, S. 38): "This discrimination might depend on pre-attentive analysis of visual features." Damit ist allerdings ein großer Teil dessen, was das Modell erklären soll, nämlich der Unterschied zwischen Lesen und Benennen, in einem Vorgang enthalten, der außerhalb des Modells stattfindet und damit dessen Aussagekraft meiner Meinung nach unnötig verringert. Eine präattentive Reizverarbeitung ist überflüssig, wenn man annimmt, daß beide Analysesysteme automatisch auf entsprechende Reizmerkmale ansprechen, wie dies Glaser & Dolt (1977) tun, deren Modell anschließend besprochen wird.

1.1.2 Das Laufzeitmodell von Glaser & Dolt (1977)

Auf S. 9 wurde als Kritik an Morton (1969, 1970) vorgebracht, daß er nicht erklären kann, warum F a r b worte das Benennen von Farben so viel stärker stören als beliebige andere Worte, d. h. warum die Störung immer dann ihr Maximum erreicht, wenn die Reaktionen auf die irrelevante und die relevante Reizdimension der gleichen Antwortmenge angehören. Außerdem finden sich bei Morton nur Aussagen darüber, wie der Konflikt e n t s t e h t (Blockierung des Antwort-Zwischenspeichers durch die irrelevante Leseantwort), nicht aber darüber, wie er letztlich g e l ö s t wird.

An diesen beiden Punkten setzen die Überlegungen von Glaser & Dolt (1977) ein. Die logische Struktur der ihrer Meinung nach bei der Stroop-Aufgabe ablaufenden Prozesse zeigt Abb. 4. Die Blöcke stehen wie bei Seymour (1973a) für bestimmte Verarbeitungsstufen, die a) Zeit benötigen und b) den Code der kognitiven Repräsentation eines Reizes wandeln. Die Wirkungslinien geben die logischen Verknüpfungen zwischen den Blöcken an, wobei weder eine Signalwandlung noch eine Laufzeit angenommen wird - diese auszudrücken, ist den Blöcken vorbehalten.

1.) Block (1) stellt den Eingang (engl. input) dar. Es handelt sich um e i n e n Eingang mit z w e i Dimensionen, Wortbedeutung und Farbe, die simultan und parallel in einem Farbanalysator (2) und einem Wortanalysator (4) weiterverarbeitet werden. Bei dieser Annahme einer a u t o m a t i s c h e n sensorischen Analyse beider Dimensionen stützen sich Glaser & Dolt vor allem auf die Arbeiten zur selektiven Aufmerksamkeit (Treisman 1969), die dafür sprechen, daß ein Reiz auf früher sensorischer Stufe von mehreren Analysatoren in mehreren Dimensionen parallel verarbeitet wird (s. dazu Lappin 1967). Die Wahl eines Eingangskanals (engl. input selection), die dem Organismus offenbar im allgemeinen nicht schwer fällt, ist

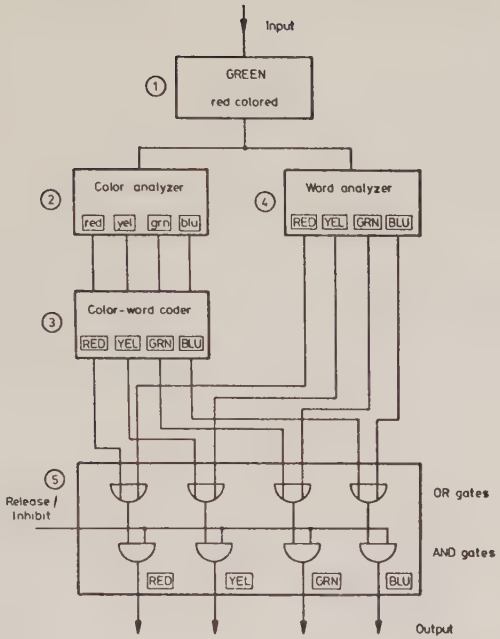


Abb. 4.
Das Laufzeitmodell von Glaser & Dolt (1977). Logische Zeichen nach Oppelt (1960, S. 569). Großbuchstaben kennzeichnen die kognitiven Repräsentationen der Wortkomponenten, Kleinbuchstaben die der Farbkomponenten. Die Nummern der Blöcke dienen den Verweisungen im Text (Fig. 1 aus Glaser & Dolt 1977).

innerhalb einer Sinnesmodalität ohne vorgängige parallele Analyse vieler Reizdimensionen, die dann eine Markierung nach relevant und irrelevant ermöglicht, nicht denkbar. Dies hat aber auch zur Folge, daß der Stroop-Konflikt durch Eingangsselektion nicht zu verhindern ist. Dies würde ja selektive Aufmerksamkeit auf eine einzelne Reizdimension (die Farbe) bedeuten, was generell nicht möglich zu sein scheint (Treisman 1969, S. 295). Erleichtert man jedoch eine Eingangsselektion in der Stroop-Aufgabe dadurch, daß jede Dimension e i n z e l n dargeboten wird, so reduziert sich dementsprechend der Konflikt erheblich: Dyer & Severance (1973) erhielten bei getrennter Darbietung

von Wort und Farbe nur noch eine Reaktionszeitdifferenz von 45 ms zwischen Kontroll- und Konfliktbedingung.

2.) Für die Ausgänge beider Analysatoren nehmen Glaser & Dolt eine parallele Eins-aus-vier-Codierung an, da ihr Modell für eine Stroop-Aufgabe mit den 4 Farben und Farbworten rot, gelb, grün und blau entworfen ist.

3.) Da in der klassischen Stroop-Aufgabe die Farbe verbal benannt werden muß, wird der Ausgang (engl. output) des Farbanalysators mit dem Übersetzer (3) verbal codiert. Es kommt zum Antwortkonflikt zwischen den Ausgängen von Block (3) und (4).

4.) Der Organismus bearbeitet diesen Konflikt mit einer logischen Struktur gemäß Block (5): jeder der vier möglichen Antworten ist ein Oder-Gatter (engl. or gate) zugeordnet, dessen einer Eingang mit dem Farbe-Wort-Übersetzer (3) und dessen anderer Eingang mit dem Wortanalysator (4) verbunden ist. Jedes Oder-Gatter schaltet durch, wenn es wenigstens ein Eingangssignal erhält. Dem Oder-Gatter jeder möglichen Antwort ist ein Und-Gatter (engl. and gate) nachgeschaltet, dessen Ausgang die entsprechende Antwort auslöst. Die zweiten Eingänge aller Und-Gatter sind untereinander verbunden. Signal auf der Verbindungsleitung ("release/inhibit") öffnet alle Und-Gatter gemeinsam, sein Fehlen schließt sie gemeinsam. Da der Organismus die Laufzeit der konkurrierenden Eingangssignale des Blocks (5) in den Verarbeitungsstufen (2) und (3) bzw. (4) "kennt", kann er die richtige Antwort wie folgt auswählen.

Beim L e s e n eines Stroop-Reizes sind die Und-Gatter präparatorisch zu öffnen, das erste aus den Oder-Gattern ankommende Signal wird durchgeschaltet. Nach Auslösung der Antwort tritt für den Block (5) eine psychologische Refraktärzeit ein, das später eintreffende Signal des Weges (2)/(3) wird nicht mehr weiterverarbeitet. Bis zum Ablauf

der Refraktärzeit sind die Und-Gatter leicht über die Blockierung gemeinsam zu schließen. Beim Lesen kommt es also zu keiner Störung durch die irrelevante Information, da sie in der Refraktärzeit oder nach Schließung der Und-Gatter an Block (5) gelangt.

Beim F a r b e n b e n e n n e n erreicht das irrelevante Signal Block (5) früher als das relevante. Die Und-Gatter müssen präparatorisch geschlossen sein und können erst geöffnet werden, wenn das irrelevante Signal abgeklungen ist. Da das Öffnen eines bis zu einem definierten Zeitpunkt geschlossenen Gatters eine gewisse Zeit benötigt, innerhalb derer jetzt das relevante Signal an Block (5) eintrifft, kommt es zu der für Stroop-Reize typischen Zeitverzögerung.

Diesem Modell widerspricht sicher keines der Experimente, die sich schon mit Morton (1969, 1970) erklären ließen, einige Befunde lassen sich damit aber besonders gut interpretieren:

1.) Dalrymple-Alford & Budayr (1966) verwendeten die simultane Darbietung von Stroop-Reizen, wobei sie einmal Farbe u n d Farbwort aller Paare benachbarter Reize elementfremd hielten, dann eine Folge so aufbauten, daß das bei einem Reiz zu unterdrückende Farbwort beim folgenden genannt werden mußte (Bedingung "suppress say") und schließlich das bei einem Reiz auszusprechende Farbwort identisch war mit dem, das beim folgenden unterdrückt werden mußte (Bedingung "say suppress"). Die Bedingung "suppress say" war deutlich schwerer als die beiden anderen. Dieses Ergebnis, das auch Sichel & Chandler (1969) bei sukzessiver Darbietung von Reizpaaren fanden, ist eine Bestätigung von Glaser & Dolt (1977): die Auslösung einer zunächst blockierten Antwort ist mit einer Verzögerung für das Öffnen eines kurz vorher noch geschlossenen Gatters verbunden. Dalrymple-Alford & Budayr formulieren dies als Vermutung (S. 1213): "We conjecture that the suppression of a response

results in temporary unavailability of that response."

2.) Klein (1964) ließ in seinem Experiment II bei simultaner Darbietung für jeden Reiz das Wort lesen u n d die Farbe benennen, und zwar einmal mit dem Lesen beginnend, einmal mit dem Farbenbenennen. Die Bearbeitungszeit erhöhte sich um 10 % gegenüber der traditionellen Stroop-Aufgabe, wenn jedes Wort zuerst gelesen und dann seine Farbe benannt wurde, dagegen um 62 %, wenn die Reihenfolge umgekehrt war. In den Kontrollbedingungen betrug der Zeitbedarf für das Lesen allein etwa 36 %, für das Farbenbenennen allein etwa 56 % der Zeit für die normale Stroop-Aufgabe. Für die Stroop-Bedingung benötigten die Vpn also etwas mehr Zeit als für Lesen und Farbenbenennen der Kontrollreize zusammengenommen. Diese Zeit wurde durch die mit Lesen beginnende Doppelaufgabe nicht wesentlich verlängert. Begann die Doppelaufgabe aber mit Farbenbenennen, so wurde sogar die S u m m e der Zeiten für die Stroop-Bedingung und das Lesen von Kontrollreizen noch um fast 20 % überschritten.

Kleins Daten sind mit Glaser & Dolt gut erklärbar: in der mit Lesen beginnenden Aufgabe müssen die Und-Gatter im Block (5) der Abb. 4 überhaupt nicht geschlossen werden. Alle ankommenden Signale können durchgeschaltet werden, da ja die Repräsentation des Wortes stets vor der Farbe Block (5) erreicht. Ist mit Farbnennen zu beginnen, müssen die Und-Gatter für jeden Reiz präparatorisch geschlossen sein und dürfen erst das die Farbe repräsentierende zweite Signal durchlassen. Sie können dann offen bleiben, bis das Signal für das gelesene Wort ebenfalls durchgeschlatet ist. Dieses muß wahrscheinlich, wie auch Klein annimmt, durch "Restimulation" erneut gewonnen werden, wobei hier offen bleiben kann, ob dazu der Reiz selbst oder der ikonische Speicher (Sperling 1960) nochmals abgetastet wird.

3.) Da Fehler in der Stroop-Aufgabe sehr selten sind, werden sie in der Regel nicht ausgewertet. Eine Ausnahme bildet die Arbeit von Hamers & Lambert (1972): die Autoren berichten, daß zu ihrer Überraschung die RTs der falschen Reaktionen durchschnittlich 200 ms kürzer waren als die der richtigen. Nach Glaser & Dolt ist dies zu erwarten, da ein Fehler dadurch entsteht, daß die Und-Gatter bei Eintreffen des irrelevanten Signals nicht geschlossen sind und dieses vor dem relevanten Signal durchgeschaltet wird.

Wichtiger jedoch als die a posteriori Interpretation schon vorliegender Daten scheinen mir folgende experimentell überprüfbare Vorhersagen zu sein, die sich aus dem Modell von Glaser & Dolt ableiten lassen:
Da der Konflikt nur durch die unterschiedlichen Laufzeiten von relevantem und irrelevantem Signal bedingt ist, sollte eine experimentelle Manipulation dieser Laufzeiten auch eine Änderung des Konflikts zur Folge haben:

1.) Keine Verzögerung des relevanten Signals ist zu erwarten, wenn dieses eine Zeitspanne vor dem irrelevanten am Gatter anliegt, bei der die präparatorische Öffnung der Und-Gatter eine richtige Selektion erlaubt, da das irrelevante Signal in die Refraktärzeit bzw. die Zeit nachfolgender Schließung des Gatters fällt. Dies dürfte bei einer Verzögerung des irrelevanten Signals um 100-200 ms und mehr der Fall sein.

2.) Bei Gleichzeitigkeit beider Signale ist eine Verzögerung zu erwarten, da die Und-Gatter nicht präparatorisch geöffnet werden können. Beide Signale sollten sich jetzt in gleicher Weise stören. Der Konflikt müßte in diesem Fall symmetrisch sein, denn das Benennen einer Farbe würde genauso durch ein irrelevantes Wort gestört wie das Lesen eines Wortes durch eine irrelevante Farbe.

3.) Erscheint das irrelevante Signal vor dem relevanten, so sollte die Störung mit wachsendem Zeitabstand zwischen beiden Signalen geringer werden, da in zunehmendem Maße Zeit für

das Öffnen der Und-Gatter vor dem Eintreffen des zweiten, relevanten Signals zur Verfügung steht. Ab einem ISI von ca. 500 ms sollte die Störung schließlich völlig verschwinden.

Eine Möglichkeit, die Verarbeitungszeit eines Reizes zu beeinflussen, besteht darin, ihn schwerer erkennbar zu machen, wie dies schon Gumenik & Glass (1970) versuchten. Allerdings ist damit keine systematische Änderung der verschiedenen Laufzeiten möglich. Als Alternative bietet sich die getrennte Darbietung von Wort und Farbe mit systematisch variierten ISIs an. Hierbei ergibt sich allerdings das Problem, daß man durch Trennung beider Reizaspekte der Vp sehr schnell die Möglichkeit zur Eingangsselektion bietet und damit den Konflikt reduziert, wenn nicht gar beseitigt. Wort und Farbe müssen also nach der Präexposition einer der beiden Dimensionen wieder integrale Bestandteile e i n e s Reizes werden. Dies ist speziell für die Präexposition der Farbe technisch nicht leicht zu realisieren. Leichter dagegen ist die nachträgliche Einfärbung eines schwarz-weißen Farbwortes: Dyer (1971a) bot die Worte 0-500 ms vor ihrer Kolorierung dar und ließ die Vpn die Farben benennen. Wie zu erwarten, verminderte sich der Konflikt mit wachsendem ISI und war bei 500 ms Vorexposition des Wortes um 60 ms gegenüber der simultanen Darbietung verringert, der übliche Stroop-Effekt war praktisch verschwunden.

Damit ist aber nur e i n e Vorhersage aus dem Modell von Glaser & Dolt überprüft. Was fehlt, ist ein Versuchsplan, in dem die beiden Faktoren Lesen/Farbenbenennen und Vorexposition der Farbe/des Wortes vollständig gekreuzt werden. Da dies Glaser & Dolt aufgrund technischer Probleme noch nicht möglich war, konzipierten sie zur Modellprüfung folgendes Experiment:
Sie ließen ihre Vpn zu 4 Farben (*rot, gelb, grün* und *blau*) und zu 4 Farbworten (*ROT, GELB, GRÜN* und *BLAU*) je 4 KVK-Trigramme lernen. Diese Lernaufgabe erhielten die Vpn eine

Woche vor Beginn des Experiments. Sie sollten dabei darauf achten, daß sie eine möglichst geringe Assoziation zwischen dem zu einer Farbe (z. B. *gelb*) gehörigen Trigramm (*dit*) und dem zum entsprechenden Farbwort (z. B. *GELB*) gehörigen Trigramm (*PUN*) aufbauten, indem sie eine Reihe vollständig lernten, bevor sie mit der zweiten begännen. Außerdem wurden sie gebeten, die erste Reihe unter Vermeidung des Farbwortes durch Benennen bunter Gegenstände mit dem Trigramm, die zweite aber mit bewußter Nennung des Farbwortes zu memorieren. Dies sollten sie außerdem so häufig tun, daß die neuen Zuordnungen als überlernt bezeichnet werden könnten. Im Experiment hatten die Vpn dann zum einen die Farben von Stroop-Reizen mit den neu dazu gelernten Silben zu benennen, zum anderen auf die Farbworte mit den entsprechenden Silben zu reagieren. Als Reize wurden pro Block neben 24 Stroop-Reizen 24 kongruent eingefärbte Farbworte und 24 Kontrollreize (Farbflächen bzw. schwarz-weiße Farbworte) verwendet.

Die Voraussagen der Ergebnisse lassen sich aus Abb. 5 (durchgezogene Linien) ableiten, die die Anpassung des Modells der Abb.4 an das Experiment enthält:

1.) Aus der ursprünglichen Leseaufgabe in der Kontrollbedingung ist jetzt ebenfalls eine Benennaufgabe geworden, d. h. sowohl Wort als auch Farbe müssen in einem zusätzlichen Codierschritt in die entsprechende Silbe übersetzt werden. Daher ist in dem Modell der neue Wort-Wort-Übersetzer (6) eingefügt. Ist die neue Reiz-Reaktions-Zuordnung so gut gelernt, daß nicht zu erwarten ist, daß die Vpn bei der Reaktion auf die Farbe diese zuerst benennen und dann erst die richtige Silbe zuordnen, so müßte jetzt die Reaktion auf das Wort und auf die Farbe gleich viel Zeit benötigen. Dies war auch tatsächlich der Fall. Beide Kontrollbedingungen unterschieden sich praktisch nicht (759 und 747 ms), wenn die Zeiten auch deutlich länger waren als beim normalen Lesen und Benennen.

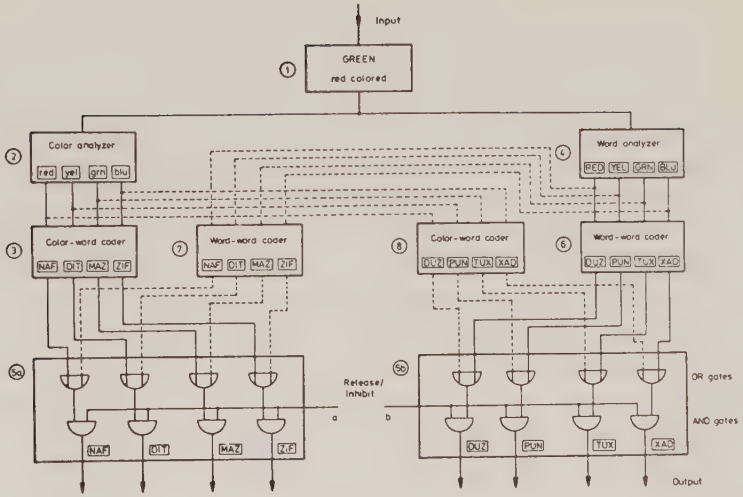


Abb. 5.
Das modifizierte Laufzeitmodell von Glaser & Dolt (1977). Bedeutung der Zeichen siehe Legende zu Abb. 4. Blöcke mit gleichen Nummern in Abb. 4 und 5 entsprechen einander (Fig. 2 aus Glaser und Dolt 1977).

2.) Da jetzt zwei disjunkte Antwortmengen vorliegen, ist in Block (5) kein Konflikt mehr zu erwarten; die eine Antwortmenge wird in Block (5a), die andere in (5b) ausgelöst. Der Organismus wählt die richtige Antwortmenge aus, indem er die Blockierungsleitungen a und b entsprechend beschaltet: einer der beiden Blöcke wird präparatorisch geöffnet, der andere geschlossen, ohne daß bei der Auswahl der Einzelreaktion eine Umschaltung nötig ist. Diese Eigenschaft des Modells läßt weder bei kongruenten noch bei inkongruenten Reizen einen Konflikt erwarten, beide sollten gleich schnell bearbeitet werden können wie die Kontrollreize. Wären diese Blockierungsleitungen nicht, so müßten jetzt auch kongruente Reize zu einem Konflikt führen.
Diese Vorhersage erfüllte sich aber nur für die kongruente Bedingung: sowohl bei der Reaktion auf das Wort als auch bei der Reaktion auf die Farbe waren die Zeiten nicht wesentlich anders als in den beiden Kontrollbedingungen. Die

inkongruenten Reize führten dagegen in beiden Fällen zu einer deutlichen Verlängerung um ca. 120 ms, ein Stroop-Effekt in der üblichen Höhe, und waren zudem annähernd gleich schnell. Die inkongruente Bedingung hatte demnach im Gegensatz zu den Erwartungen e i n e n s y m m e t r i s c h e n K o n f l i k t zur Folge.

Um das Fortbestehen der Störung in der inkongruenten Bedingung erklären zu können, führen Glaser & Dolt a posteriori eine Zusatzannahme in ihr Modell ein, von der sie glauben, daß sie einige Plausibilität besitzt:
Angenommen, den Vpn gelinge die ausschließliche Zuordnung der ersten Trigrammreihe zu den Farbwahrnehmungen, der zweiten Trigrammreihe zu den Farbwortbedeutungen nicht, eine Farbwahrnehmung führe stets sowohl zu der kognitiven Repräsentation des Trigramms aus der ersten Reihe im Übersetzer (3) als auch zur Auslösung des Trigramms aus der zweiten Reihe im Übersetzer (8) (und vice versa in Übersetzer (6) und (7)), so bleibt der Konflikt erhalten und wird von Block (5a) oder (5b) je nach Aufgabenstellung genau wie bei der Stroop-Aufgabe nach Abb. 4 verarbeitet.
Die Symmetrie kommt dadurch zustande, daß die Repräsentation der irrelevanten Reizdimension auf dem in Abb. 5 gestrichelten Weg (7) bzw. (8) den Block (5a) bzw. (5b) gleichzeitig mit der Repräsentation der relevanten Dimension auf dem Weg über (3) bzw. (6) erreicht. Der Zeitbedarf des Übersetzers (6) und (8), der in der üblichen Stroop-Aufgabe fehlt, verursacht die S y m m e t r i e , der K o n f l i k t entsteht durch die "Nebenschlüsse" der Übersetzer (7) und (8). In der kongruenten Bedingung ist auch unter dieser Zusatzannahme kein Konflikt zu erwarten, da die beiden Reizdimensionen i n n e r h a l b jedes Blockes (5a) und (5b) die gleiche Antwort auslösen.

Eine Rechtfertigung für die Einführung dieser "Nebenschlüsse" sehen Glaser & Dolt darin, daß die Auswahl der richtigen Antwort m e n g e allen Vpn leicht gelang, Reaktionen mit einem Trigramm der falschen Reihe praktisch nicht vorkamen.

Andererseits wurde es während des Experiments deutlich, daß eigentlich alle Vpn entgegen der Instruktion über die Assoziation Farbe-Farbwort auch die Assoziation der b e i d e n zugehörigen Trigramme, also für die Farbe *gelb* z. B. *dit* u n d *PUN*, aufgebaut hatten.

Mit der Einführung der "Nebenschlüsse" ist auch zu erklären, warum bei Klein (1964) die klassische Stroop-Aufgabe einen so viel höheren Konflikt aufwies als die Bedingung, die die zweitstärkste Störung hervorrief, nämlich Farbworte, die nicht als Farben verwendet wurden, also nicht in der Antwortmenge enthalten waren. In diesem Fall ist eine Störung nur dadurch möglich, daß die irrelevanten Farbworte über Nebenschlüsse in die relevante Antwortmenge übersetzt werden. Da die Wahrscheinlichkeit, daß dieser Prozeß schneller abläuft als die Reaktion auf die Farbe, nicht sehr hoch ist, ist der Konflikt entsprechend geringer. Noch weniger Störung ist natürlich zu erwarten, wenn nicht Farbworte, sondern nur mit Farben assoziativ verknüpfte Worte als irrelevante Reize verwendet werden.

Wichtig zur Bewertung des Modells von Glaser & Dolt ist weiterhin ein Vergleich ihrer Daten mit denen anderer Autoren, die ein ähnliches experimentelles Paradigma verwendet haben:
Majeres (1974) ließ unabhängige Gruppen von Vpn die normale Stroop-Aufgabe ausführen, auf die Farbe von Stroop-Reizen mit Farbassoziationen und mit neutralen Buchstaben reagieren. Obwohl die Lernphase sehr viel kürzer war als bei Glaser & Dolt (zweimaliges Üben der neuen Reaktionen an einer Farbtafel), zeigte sich ein ähnliches Ergebnis. In allen drei Fällen kam es zu einer deutlichen Störung durch das irrelevante Farbwort, die allerdings in der normalen Stroop-Aufgabe am höchsten war. Ein beinahe identisches Experiment mit völlig analogen Resultaten findet sich bei Harrison & Boese (1976).
Stirling (1979) ließ seine Vpn ebenfalls mit neutralen Buchstaben auf Stroop-Reize und auf kongruente Reize reagieren.

Wieder kam es in der inkongruenten Bedingung zu einer deutlichen Störung und wie bei Glaser & Dolt war die kongruente Bedingung nicht von der Kontrollbedingung verschieden. Leider haben alle diese Autoren ihre Vpn nicht auch auf die Farb w o r t e mit den neugelernten Assoziationen reagieren lassen, was die Vergleichbarkeit ihrer Resultate mit dem Experiment von Glaser & Dolt, dessen Haupteffekt in der S y m m e t r i e der Störung liegt, verringert. Interessant ist daher die Arbeit von Pritchatt (1968), obwohl sein Experiment etwas anders aufgebaut ist als das von Glaser & Dolt. Er ließ seine Vpn zu Farben und Farbworten die g l e i c h e Gruppe sinnloser Silben lernen, wobei er in der Lernphase versuchte, eine bestimmte Assoziationsrichtung aufzubauen (z. B. Farbwort - Silbe oder Silbe - Farbwort), was allerdings in unserem Zusammenhang ohne Bedeutung ist. Im Gegensatz zu Glaser & Dolt bot er aber im Hauptversuch nicht Stroop-Reize, sondern inkongruent eingefärbte Silben dar. Die Vpn mußten zum einen auf die F a r b e der Silbe mit der dazugehörigen S i l b e, zum anderen auf die S i l b e mit dem passenden F a r b w o r t reagieren. Da die Kontrollbedingungen (Reaktion auf einen reinen Farbreiz mit einer Silbe und auf eine schwarzweiße Silbe mit einem Farbwort) gleich schnell gingen, ist nach Glaser & Dolt eine Störung in b e i d e n experimentellen Bedingungen zu erwarten. Dies war auch tatsächlich der Fall: eine Silbe störte das Benennen einer Farbe mit einer Silbe und eine Farbe störte das Benennen einer Silbe mit einem Farbwort. Da in beiden Fällen relevanter und irrelevanter Reiz zur gleichen Antwortmenge gehörten, wenn auch zum Teil nur über erlernte zusätzliche Übersetzungsschritte, war dieses Ergebnis nach dem Modell von Glaser & Dolt zu erwarten.

Interessant sind in diesem Zusammenhang auch Untersuchungen, in denen sich zweisprachige Vpn der Stroop-Aufgabe unterzogen. Obwohl Vpn, die zwei Sprachen gleich gut sprechen, diese sicher seit Jahren bis Jahrzehnten geübt haben, zeigen sich bei ihnen ganz ähnliche Ergebnisse wie bei den Vpn von

Glaser & Dolt, die ihre "zwei Sprachen" (eine für die vier Farben und eine für die vier Farbworte) nur kurze Zeit gelernt hatten. Zweisprachige Stroop-Aufgaben (es muß z. B. mit dem französischen Wort *ROUGE* auf die Farbe *rot* des Wortes *BLUE* reagiert werden) führen zu zwischensprachlicher Interferenz, die in der Regel kaum geringer ist als innersprachliche (Dalrymple-Alford 1968, Dalrymple-Alford & Budayr 1966, Dyer 1971b, Hamers & Lambert 1972), ja sogar dann gleich stark sein kann, wenn Klangähnlichkeit zwischen den Farbworten beider Sprachen besteht (Preston & Lambert 1969). Die Verwendung kongruenter Reize führt wiederum zu einer starken Reduktion des Konflikts (Dalrymple-Alford 1968, Hamers & Lambert 1972).

Zusammenfassend kann man sagen, daß das Laufzeitmodell von Glaser & Dolt durch die in der Literatur referierten Daten recht gut bestätigt wird. Auf das zu seiner Prüfung noch wichtigere Experiment (getrennte Darbietung von Wort und Farbe mit systematisch variiertem Interstimulusintervall) wird im experimentellen Teil der Arbeit eingegangen.

1.2 Das Stroop-Phänomen als Wahrnehmungskonflikt

Bis 1970 gibt es meines Wissens keinen Autor, der das Stroop-Phänomen n i c h t primär als einen Antwortkonflikt erklärt hätte. Die implizite oder explizite Annahme ist dabei, daß Wort und Farbe parallel und ohne Störung verarbeitet werden und es erst bei der Auswahl oder Auslösung der richtigen Antwort zum Konflikt kommt (s. z. B. Keele 1972). Gerade dies bezweifeln aber Hock & Egeth (1970). Sie nehmen an, daß es sich beim Stroop-Phänomen um einen perzeptuellen Konflikt handelt, daß also das Farbwort die Encodierung oder Identifikation der Farbe verzögert. Daß nicht jedes beliebige Wort dies in gleicher Weise vermag, erklären sie damit, daß die Vpn für Worte, die der verlangten Farbantwort semantisch ähnlich sind, sensibilisiert sind, wodurch diese schneller erkannt werden und stärker stören als semantisch unähnliche Worte.

Als Argument gegen Hock & Egeth und für die Antwortkonflikt-Hypothese könnte vorgebracht werden, daß in vielen Untersuchungen, in denen Antworten auf Stroop-Reize verlangt wurden, die keinerlei semantische Ähnlichkeit zu Farbnamen aufwiesen, die Interferenz stark reduziert war, so z. B. in Durchmusterungsaufgaben, in Farbvergleichsaufgaben (Antwort "gleich/verschieden") oder bei motorischer anstatt verbaler Reaktion. Hock & Egeth wenden dagegen ein, daß es sich bei all diesen Experimenten um sogenannte "low-level"-Aufgaben handele (S. 300): "Such tasks, in Aaronson's (1968) terms, involve the rapidly formed but nondurable stimulus representations formed by the sensing stage of perceptual processing." Wenn es ihnen demnach gelänge, in einer "high-level"-Aufgabe unter Ausschaltung eines Antwortkonflikts Interferenz zu erzeugen, wäre dies eine Bestätigung ihrer Hypothese eines Wahrnehmungskonflikts.

Zu diesem Zweck verwendeten sie eine Kartensortieraufgabe, in der die Vpn für jede Karte mit "ja" oder "nein" angeben mußten, ob die Farbe des aufgedruckten Stroop-Reizes

(*rot, grün, blau, orange* oder *braun*) zu einer vor dem Sortieren verbal definierten Farbenmenge gehörte. Diese Menge konnte 1, 2 oder 3 Farben umfassen. Die Variation der positiven Menge sollte eine Interpretation des Experiments mithilfe des Zweistufenmodells von Sternberg (1967) ermöglichen. Als Kontrollbedingungen (unabhängige Gruppen) wurden Reihen bunter X und gebräuchliche, nicht mit Farben assoziierte Verben verwendet. Vor jedem Durchgang lag der Kartenstapel mit der bedruckten Seite nach unten vor der Vp, die instruiert wurde, eine Karte nach der anderen umzudrehen und nach der ja/nein-Antwort in eine bereitgestellte Schachtel zu legen. Jede Vp arbeitete den Kartenstapel unter jeder Bedingung zweimal durch.

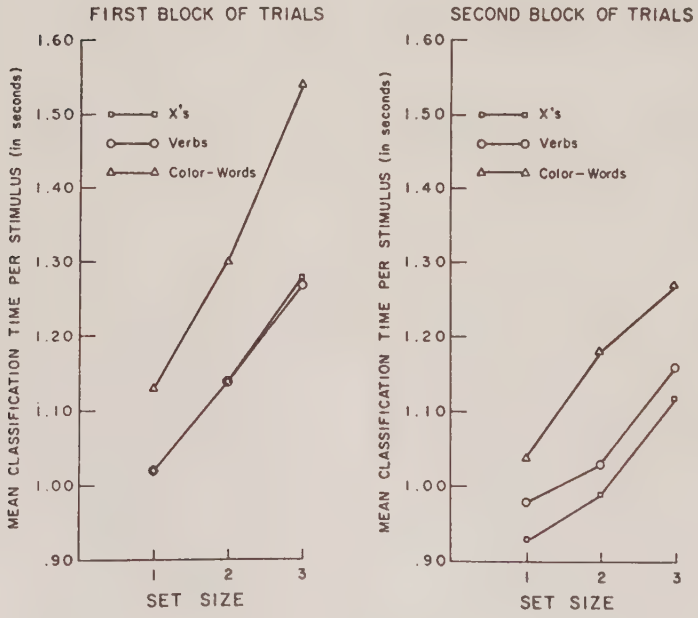


Abb. 6.
Aufgrund der konkomitanten Variablen korrigierte Klassifikationszeit pro Karte in Abhängigkeit von der Mächtigkeit der positiven Menge mit dem Parameter Reizbedingung (Fig. 1 aus Hock & Egeth 1970).

Als Ergebnis ihres Experiments (Abb. 6) fanden Hock & Egeth eine lineare Beziehung zwischen RT und Anzahl vorgegebener Farben, wobei die Stroop-Reize stets schwerer waren als die beiden Kontrollbedingungen, die sich untereinander nicht signifikant unterschieden. Die Wechselwirkung zwischen den beiden unabhängigen Variablen (Zahl der Farben und Reizbedingung) war ebenfalls nicht signifikant. Im Rückgriff auf die Logik von Sternberg (1967) nehmen die Autoren nun an, daß der Ordinatenabschnitt einer Reaktionszeitgeraden von der Zeit bestimmt wird, die nötig ist, um eine interne Repräsentation des Reizes zu schaffen, die Steigung dagegen die Zeit angibt, die für den zentralen Vergleich der Reizrepräsentation mit einem Element der Zielmenge benötigt wird. Da sich die Reaktionszeitgerade für Stroop-Reize nur im Ordinatenabschnitt, nicht aber in ihrer Steigung signifikant von den beiden Kontrollgeraden unterschied, nehmen die Autoren an, daß die Interferenz während der Identifikation des Reizes stattfindet, es sich beim Stroop-Phänomen demnach um einen Wahrnehmungskonflikt handeln müsse.

Dieses Experiment und seine Interpretation sind in der Folgezeit vielfach auf Kritik gestoßen. So hat z. B. Dyer (1973c) hervorgehoben, daß es methodisch unzulässig sei, aus einem statistisch nicht signifikanten Ergebnis eine Bestätigung einer wissenschaftlichen Hypothese abzuleiten, wie dies Hock & Egeth bei der Interpretation ihrer nicht signifikanten Wechselwirkung getan haben. Sternberg selbst habe laut Dyer vor diesem Vorgehen bei der Anwendung seines Modells gewarnt. Meiner Meinung nach hätten Hock & Egeth durchaus die Möglichkeit gehabt, durch Überlegungen über die geforderte Effektgröße die β-Wahrscheinlichkeit bei Beibehaltung der Nullhypothese festzulegen, wodurch ihr nicht signifikantes Ergebnis korrekt interpretierbar geworden wäre.

Auf der anderen Seite gibt es einige Arbeiten, in denen der parallele Verlauf von Konflikt- und Kontrollgerade, wie ihn Hock & Egeth fanden, repliziert wurde. Allerdings handelt es

sich hierbei nicht um Versuche mit dem Sternberg-Paradigma, sondern um normale Farbbenennaufgaben, was die Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen von Hock & Egeth reduziert: Gholson & Hohle (1968b) untersuchten die Benennzeit für Stroop-Reize in Abhängigkeit von der Zahl der verwendeten Farben (2 und 4). Die RT erhöhte sich dabei wie zu erwarten mit der Alternativenzahl, die Interferenz dagegen, gemessen als Differenz zur Kontrollbedingung, blieb konstant, beide Geraden verliefen parallel. Analoge Ergebnisse finden sich bei Golden (1974) mit 3, 4 und 5 Farben und bei Ray(1974) mit 3 und 5 Farben. Nebenbei bemerkt interpretiert Ray ihr Resultat als eindeutige Widerlegung jeder Antwortkonflikt-Hypothese, bei der davon ausgegangen wird, daß die relative Geschwindigkeit von Lesen und Benennen die Höhe des Konflikts bestimme. Da das Benennen von nur 3 Farben in der Kontrollbedingung 68 ms kürzer war als das von 5 Farben, müßte der Konflikt bei 3 Farben entsprechend geringer sein, wenn man davon ausgeht (was sicher der Fall sein dürfte), daß die Lesezeit für die irrelevanten Farbworte unabhängig von der Alternativenzahl konstant bleibt. Daß der Stroop-Konflikt von der Verarbeitungszeit der F a r b e unabhängig war, andererseits eine V e r z ö g e r u n g der L e s e geschwindigkeit ihn bekanntlich erheblich reduziert, kann ihrer Meinung nach nur damit erklärt werden, daß das Wort die Farbverarbeitung auf perzeptueller Ebene, abhängig von seiner Lesbarkeit, stört. Hier ist allerdings einzuwenden, daß auch bei Annahme eines Antwortkonflikts nicht j e d e Beschleunigung der Farbverarbeitung schon eine Reduktion der Störung zur Folge haben muß. Geht man z. B. vom Laufzeitmodell von Glaser & Dolt aus, so ist erst ab einem Vorsprung der Farbe gegenüber dem Farbwort von 100-200 ms mit einer deutlichen Verringerung der Störung zu rechnen.

Ein weiterer methodischer Einwand gegen das Experiment von Hock & Egeth wird von Dalrymple-Alford & Azkoul (1972) vorgebracht. Sie bezweifeln, daß die Vpn den Vergleich der Farbe eines Stroop-Reizes mit den in der Zielmenge vorgege-

benen Farben o h n e Verbalisieren gemacht haben. Dies vor allem deshalb, weil die Farben der positiven Menge vor dem Sortieren v e r b a l vorgegeben wurden. Sie nehmen deshalb an, daß die Vpn wahrscheinlich die Stroop-Reize erst intern benannt und dann mit den vorgegebenen Farbworten verglichen haben. Wenn dem so ist, dann ist aber der Konflikt schon v o r der Klassifikationsphase, die nach Sternberg die Steigung der Geraden bestimmt, beendet. Eine Entscheidung darüber, ob es sich beim Stroop-Phänomen um einen Wahrnehmungs- oder Antwortkonflikt handelt, ist dann mit diesem Experiment nicht möglich.

Eine Bestätigung für diesen Einwand liefert die Arbeit von Flowers & Dutch (1976): sie variierten das Experiment von Hock & Egeth dahingehend, daß die Vpn die Karten mit der bedruckten Seite nach o b e n in die Hand bekamen und sie so schnell wie möglich, ohne eine verbale Antwort geben zu müssen, in entsprechende Stöße sortieren mußten. Diese Veränderungen in Richtung einer Durchmusterungsaufgabe führten zu deutlich anderen Ergebnissen als bei Hock & Egeth: nach einer Farbe wurde völlig störungsfrei sortiert, bei zwei Farben kam es zu einer leichten Störung und erst bei drei Farben zeigte sich eine deutliche Verlängerung in der Konfliktbedingung. Das heißt aber, daß nach einer und nach zwei Farben noch auf der Ebene visueller Codes sortiert werden kann, es sich also noch um "low-level"-Aufgaben in der Terminologie von Hock & Egeth handelt. Macht man das Ganze aber zu einer "high-level"-Aufgabe (durch Erhöhung der Anzahl der Farben oder durch Instruktion und Darbietungsart der Reize), so ist ein verbales Codieren der Reize wohl unvermeidlich, was das Experiment zur Beantwortung der Frage eines Wahrnehmungs- oder Antwortkonflikts untauglich macht.

Unabhängig von den methodischen Einwänden gegen die Arbeit von Hock & Egeth sprechen viele Ergebnisse der Forschung zur selektiven Aufmerksamkeit nicht für eine Lokalisierung der Störung auf perzeptueller Ebene, sondern für eine anfäng-

lich störungsfrei verlaufende, parallele Analyse beider Reizdimensionen. Die Schwierigkeit bei der Stroop-Aufgabe scheint nicht darin zu liegen, daß eine Dimension die Verarbeitung einer zweiten blockiert, sondern daß es n i c h t gelingt, eine von beiden zu blockieren, daß also die Auswahl nur e i n e s Analysators unmöglich zu sein scheint. Dies illustriert ein Experiment von Treisman (1964): instruiert man eine Vp, eine über Kopfhörer in ein Ohr eingespielte Botschaft nachzusprechen, so stören zwei gleichzeitig im anderen Ohr ertönende Botschaften, wenn sie mit zwei verschiedenen Stimmen gesprochen werden, stärker, als wenn sie mit der gleichen Stimme gesprochen werden. Offensichtlich ist die Analyse der Dimension "Stimmqualität", obwohl irrelevant, nicht zu blockieren. Auf der anderen Seite scheint die gleichzeitige Analyse eines Eingangs nach verschiedenen Dimensionen keine Probleme zu bereiten. So fand z. B. Lappin (1967), daß die Beschreibung d r e i e r Dimensionen e i n e s Reizes, im Unterschied zur Beschreibung dreier gleicher bzw. dreier verschiedener Dimensionen von drei gleichzeitig dargebotenen Reizen, eine äußerst einfache Aufgabe war; alle drei Eigenschaften wurden im ersten Fall fast immer korrekt wiedergegeben. Außerdem war die richtige Wiedergabe einer Dimension unabhängig von der der anderen beiden, was wiederum für eine parallele Analyse aller drei Eigenschaften spricht. Die geringe Störanfälligkeit der frühen Verarbeitungsstufen eines Reizes illustriert auch ein Experiment von Posner & Boies (1971): während der Codierphase eines Reizes war leicht eine motorische Reaktion auf einen zweiten Reiz möglich, nicht aber kurz vor Beginn der Reaktion.

Treisman (1969, S. 296) spekuliert sogar über mögliche phylogenetische Ursachen, die es sinnvoll erscheinen lassen, alle Dimensionen eines Reizes automatisch zu verarbeiten: "Analyzer selection is probably less practiced than input or target selection, since far fewer tasks require selective attention to single dimensions. But there may be a more

fundamental reason: It may be that the nervous system is forced to use whatever discriminative systems it has available, u n l e s s these are already fully occupied with other tests or inputs, so that we tend to use our perceptual capacity to the full on whatever sense data reach the receptors. If we are correct in assuming the existence of independent analyzers, it would then follow that all dimensions of a stimulus input would be analyzed unless the analyzers were already engaged on some other input."

1.2.1 Kongruenz von Wort und Farbe

Verwendet man in einem Stroop-Experiment neben inkongruenten auch kongruente Reize, also solche, bei denen Wort und Farbe, bzw. relevanter und irrelevanter Reizaspekt, übereinstimmen, so kommt es in der Regel zu einem völligen Verschwinden der Störung. Die einfachste Erklärung dafür wäre, daß die Vpn entgegen der Instruktion, die Farben zu benennen, einfach die Farbworte lesen, was ja bei kongruenten Reizen ebenfalls zu einer richtigen Antwort führt. Vergleicht man allerdings die B e n e n n zeiten mit den L e s e zeiten für kongruente Reize, so sprechen diese gegen ein reines Lesen: bei Glaser & Dolt (1977) und bei Windes (1968) war das Benennen signifikant langsamer als das Lesen. Da beide Autoren heterogene Blöcke verwendeten (kongruente, inkongruente Reize und Kontrollreize gemischt dargeboten), ist dieses Ergebnis nicht weiter verwunderlich. Aber auch in homogenen Blöcken wird offensichtlich die Instruktion befolgt (Pritchatt 1968 und - beim Benennen von Pfeilrichtungen - Shor 1970). Allerdings ist mit zunehmender Länge der Blöcke ein Wechsel vom Benennen zum Lesen wahrscheinlich nicht zu vermeiden, weshalb wohl die meisten Autoren, die die kongruente Bedingung in ihre Untersuchung miteinbezogen, die heterogene Darbietungsweise wählten.

Vergleicht man als Maß für einen möglichen Konflikt die B e n e n n zeit für kongruente Reize mit der B e n e n n - zeit für die Kontrollbedingung, so ist dieser nicht nur in der Regel völlig verschwunden, sondern es zeigt sich in einigen Arbeiten auch eine deutliche E r l e i c h t e - r u n g in der kongruenten Bedingung. Eine Ausnahme bilden die Arbeiten von Schulz (1979), Sichel & Chandler (1969) und Stirling (1979), die auch bei kongruenten Reizen noch eine Verlängerung gegenüber der Kontrollbedingung um 40-100 ms fanden. Schulz (1979) erklärt den Widerspruch zwischen seinen und den meisten anderen experimentellen Daten damit, daß es sich bei der Verkürzung der Reaktionszeit

für kongruente Reize um ein methodisches Artefakt handele, das durch die Verwendung nicht völlig konfliktfreier Kontrollreize bedingt sei. Die Zeitdifferenz zwischen beiden Bedingungen wäre demnach durch eine E r s c h w e r u n g in der Kontrollbedingung und nicht durch eine E r l e i c h t e r u n g in der kongruenten Bedingung verursacht (Schulz 1979, S. 388): "High estimates of N_c (Benennen der Kontrollbedingung M.G.) of this order of magnitude are caused, in our opinion, by the use of colour patches composed of equal letters to form a row, the letter I in the Glaser and Dolt study, letter X in other studies (cf. Schulz, 1978). The letters might initiate a subvocal reading response leading to the very interference that should be avoided in a valid control condition."

Um diese These besser bewerten zu können, wurden in Tab. 1 die von verschiedenen Autoren verwendeten Kontrollreize und die damit erzielten Reaktionszeitdifferenzen zur kongruenten Bedingung zusammengestellt. Aufgenommen sind sowohl Experimente, in denen mit der klassischen Stroop-Aufgabe gearbeitet wurde, als auch solche, in denen neu konstruierte Aufgaben verwendet wurden, z. B. Benennen von Pfeilrichtungen. Die Reize wurden jeweils sukzessiv und in heterogenen Blöcken dargeboten. Wurden relevante und irrelevante Reizdimension durch ein Interstimulusintervall getrennt dargeboten, wurden nur die Reaktionszeiten bei gleichzeitiger Darbietung in die Tabelle aufgenommen. Durchmusterungs- und Vergleichsaufgaben sind wegen der ihnen eigenen Probleme nicht berücksichtigt worden. Einige RTs ließen sich nur aus Abbildungen entnehmen, sie sind mit "ca." gekennzeichnet.

Die Daten der Tab. 1 scheinen dem Argument von Schulz zu entsprechen. In praktisch allen Experimenten, in denen die Reaktionszeiten für kongruente Reize nicht länger oder sogar kürzer waren als für Kontrollreize, waren die Kontrollreize als Buchstaben lesbar. Am deutlichsten ist dies in der

Autor	Kontrollreize	RT(Kontr.) minus RT (kongr.) in ms
Dalrymple-Alford (1972a)	XXX, XXXX, XXXXX	-2 n.s.
Dalrymple-Alford (1972b)	XWY, JLGHV, KDMQ	+31 n.s.
Dyer (1971a)	ΛVΛVΛ	ca. +20 s.
Dyer (1972)	XXXX	+26 s.
Dyer (1973b)	XXXX	+26 s.
Dyer & Severance (1973)	XXXX	+10 n.s.
Glaser & Dolt (1977)	IIIIIII	+61 n.s.
Hintzman et al. (1972)	z. B. RDE, BEUL	+43 s.
Neumann (1980) Exp. 1	XXXX	ca. +35 s.
	farbiges Rechteck	ca. +32 s.
Neumann (1980) Exp. 2	XXXX	ca. +30 s.
	farbiges Rechteck	ca. +30 s.
Palef & Olson (1975)	neutrales Wort	ca. 0 n.s.
Regan (1978)	XXXXX	+29 s.
Schulz (1979) Exp. 1	farbiges Rechteck	-76 s.
Schulz (1979) Exp. 2	farbiges Rechteck	-58 s.
Sichel & Chandler (1969)	farbiges Rechteck	-104 s.
Stirling (1979)	++++	-42 n.s.

Tab. 1.
Reaktionszeitdifferenz zwischen Kontroll- und Kongruenzbedingung sowie Form der Kontrollreize bei verschiedenen Autoren.

Arbeit von Hintzman, Carre, Eskridge, Owens, Shaff & Sparks (1972), deren Kontrollworte durch Umstellung der Buchstaben von Farbworten gebildet wurden, aus *RED* wurde z. B. *RDE*. Nach Klein (1964) ist in dieser Kontrollbedingung tatsächlich eine gewisse Störung zu erwarten, die Verkürzung der Reaktionszeit in der kongruenten Bedingung wäre demnach ein Artefakt.

Auf der anderen Seite erscheint es aber nur schwer vorstellbar, wie die Reihe von Zeichen, die Dyer (1971a) als Kontrollreize verwendete, eine merkliche subvokale Leseantwort auslösen sollen. Dennoch zeigt sich hier die gleiche Verkürzung um ca. 20 ms wie bei den vier X von Dyer (1972) und

Dyer (1973b). Auch die neutralen Worte von Palef & Olson (1975) scheinen entgegen der Erwartung von Schulz keinen Konflikt zur Folge gehabt zu haben: die RTs für konkruente Reize und Kontrollreize sind praktisch identisch. Ebenso dürfte die von Schulz besonders beanstandete Kontrollbedingung von Glaser & Dolt (1977), die aus den Letraset Majuskeln "I" gebildet wurde, wohl kaum eine Leseantwort ausgelöst haben: obwohl es sich hierbei formal um eine Anordnung von 7 Buchstaben handelt, überwiegt phänomenal eindeutig der Eindruck einer Reihe senkrechter Balken. Keine der Vpn von Glaser & Dolt hat dementsprechende Einwände dahingehend geäußert, daß die Balken in Wirklichkeit den Buchstaben "I" darstellten.
Die wohl beste Widerlegung des Arguments von Schulz findet sich bei Neumann (1980). Er bot in seinen Experimenten zwei Kontrollbedingungen gleichzeitig dar (eine Reihe von X auf buntem Hintergrund und farbige Rechtecke ohne Aufdruck) und fand in beiden Fällen, bei dem in diesem Zusammenhang interessierenden Interstimulusintervall von 0 ms, das gleiche Ergebnis: eine signifikante Erleichterung der RT für kongruente Reize um ca. 30 ms.

Wenn somit das Argument von Schulz, daß die Verkürzung der RT bei kongruenten Reizen nur durch eine künstliche Erschwerung der Kontrollbedingung hervorgerufen sei, als nicht bestätigt angesehen werden kann, erhebt sich die Frage, wie sein Ergebnis (eine deutlich verlangsamte RT bei kongruenten Reizen) zu erklären ist. Möglicherweise handelt es sich hierbei nun tatsächlich um ein Artefakt: Schulz (1979) und Sichel & Chandler (1969) verglichen die RTs für bunte Farbworte mit denen für bunte Rechtecke. Letztere sind somit durch eine sehr viel größere und homogenere Farbfläche gekennzeichnet als die bunten Farbworte, was zu einer künstlich verkürzten RT geführt haben mag (s. auch Neumann 1980, S. 15). Auf der anderen Seite erscheint diese Erklärung für eine solch massive Reaktionszeitverlängerung, wie sie Schulz gefunden hat, nicht besonders stichhaltig, vor allem auch im Lichte der Daten von Neumann (1980).

Betrachtet man die Ergebnisse der Tab. 1 zusammengenommen, so erscheint mir die Annahme am wahrscheinlichsten, daß es sich bei der Erleichterung der Reaktion auf kongruente Reize tatsächlich um einen systematischen Effekt handelt. Dieser ist allerdings so klein, daß rein nach Zufall, in Abhängigkeit von der Versuchspersonenzahl, der Höhe der Fehlervarianz u. ä., sowohl signifikante als auch nicht signifikante Ergebnisse zu erwarten sind. In seltenen Fällen mag sogar ein in entgegengesetzter Richtung signifikantes Resultat gefunden werden. In diesem Sinne schreibt auch Stirling (1979, S. 127): "The lack of facilitation in the congruent word condition is unfortunate, but this effect has always been elusive."

Unabhängig davon, ob das Benennen kongruenter Reize gegenüber der Kontrollbedingung erleichtert ist oder nicht, bleibt aber die Tatsache bestehen, daß sie in der Regel durch das völlige F e h l e n e i n e s K o n f l i k t s gekennzeichnet sind. Wie ist dies mit den bisher geschilderten Theorien zum Stroop-Phänomen zu erklären?

Merkwürdigerweise haben zwar relativ viele Autoren die kongruente Bedingung in ihren Experimenten verwendet, aber offensichtlich mehr der Ordnung halber als aufgrund theoretischer Überlegungen. Wenn auf die kongruente Bedingung eingegangen wird, dann meist nicht, um eigene Hypothesen zum Stroop-Konflikt zu bestätigen, sondern in der Regel nur, um Hock & Egeths Annahme eines Wahrnehmungskonflikts zu widerlegen. Gegen Hock & Egeth wird eingewandt, daß sie mit ihrer Annahme der Sensibilisierung der Vp für semantisch ähnliche Worte nicht erklären können, warum es bei kongruenten Farbworten zu keiner Störung kommt.
Dies ist ein zweifellos richtiges Argument gegen die Hypothese von Hock & Egeth; es erhebt sich aber die Frage, wie das Fehlen eines Konflikts bei Kongruenz mit der Erklärung des Stroop-Phänomens als Antwortkonflikt vereinbar ist. Wie Stirling (1979) richtig feststellt, findet sich sogar in

Mortons relativ ausführlichem Modell keinerlei Hinweis darauf, wie es zu einer Erleichterung bei kongruenten Reizen kommen könnte. Man kann es im Gegenteil sogar dahingehend interpretieren (Nealis 1973), daß in diesem Fall die semantische Ähnlichkeit zwischen relevantem und irrelevantem Reizaspekt noch größer ist als bei Stroop-Reizen und demnach der Konflikt ein Maximum erreichen müßte. Nealis (1973) vergleicht die kongruenten Reize mit der "suppress say"-Bedingung von Dalrymple-Alford & Budayr (1966) und Sichel und Chandler (1969): in beiden Fällen muß in kurzem zeitlichem Abstand eine Antwort unterdrückt und dann so schnell wie möglich ausgelöst werden. Der einzige Unterschied ist, daß sich dieser Vorgang in der kongruenten Bedingung innerhalb eines Reizelements, in der "suppress say"-Bedingung zwischen zwei Reizelementen abspielt.

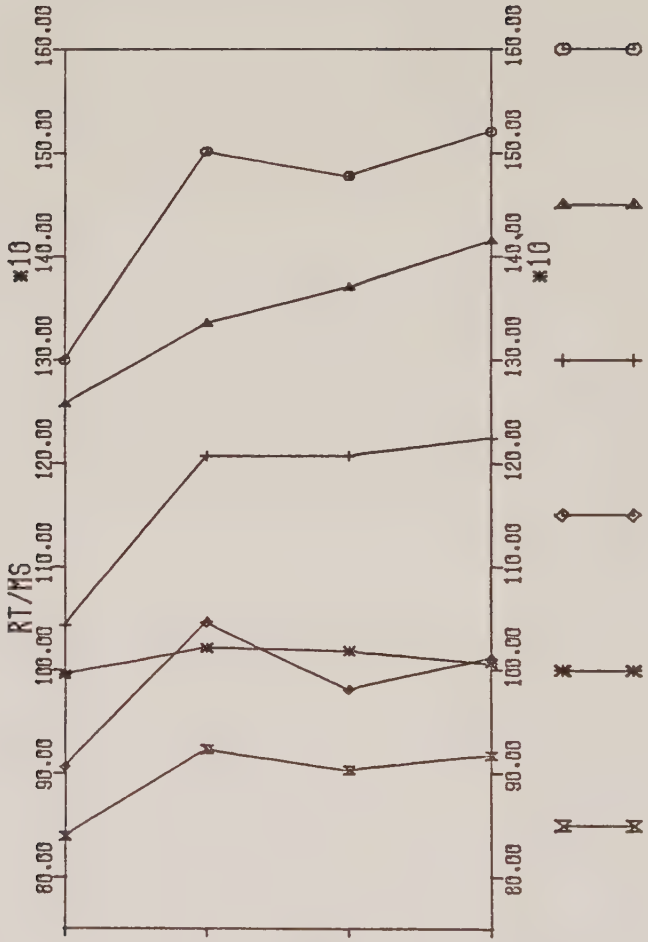
Dalrymple-Alford (1968, 1972a) versucht diesen Widerspruch durch die Annahme eines "response priming" mit dem Antwortkonflikt-Modell Mortons in Übereinstimmung zu bringen: das Lesen eines Wortes hat ein "priming" dieses Wortes und der damit verbundenen Assoziationen zur Folge, wodurch diese leichter als Antwort auslösbar sind. Diese Schwellenerniedrigung führt im Falle kongruenter Reize zu einer Erleichterung der Aufgabe und zwar auch dann, wenn die semantische Ähnlichkeit nur assoziativ bedingt ist, z. B. die *blaue* Farbe des Wortes *HIMMEL* benannt werden muß (Dalrymple-Alford 1972a). Die Tatsache, daß in zwei Untersuchungen (Dalrymple-Alford 1972a, 1972b) die kongruente Bedingung nicht leichter war als die Kontrollbedingung, soll durch einen Restkonflikt bedingt sein, der dadurch entsteht, daß auch bei kongruenten Reizen die Lesetendenz unterdrückt werden muß (Dalrymple-Alford 1972a, S. 276): "Ss typically react to a color-word combination with a reading response, and this has to be suppressed in order that the color-naming response be made. Additionally, responding to the written word tends to 'prime' associated words. If these include the correct color-naming response, color naming is facilitated because the appropriate verbal response is made more available."

Die Annahme eines Restkonflikts, wie sie sich auch bei Schulz (1978) findet, erscheint allerdings nicht zwingend, sowohl wenn man die zahlreichen Untersuchungen bedenkt, in denen kongruente Reize schneller bearbeitet wurden als die Kontrollbedingung, als auch wenn man den subjektiven Eindruck der Vpn heranzieht. Diese berichten übereinstimmend, daß die Erleichterung daher rühre, daß gerade n i c h t unterdrückt werden muß, sondern eine bereits vorliegende Antwort nur noch ausgelöst zu werden braucht. Hier erhebt sich allerdings das Problem, daß der Organismus die Äquivalenz von Wort- und Farbinformation im Grunde erst erkennen kann, wenn die Farbe vollständig verarbeitet ist, der Stroop-Konflikt also schon gelöst ist. Jede Erklärung, die die Erleichterung bei kongruenten Reizen auf der Antwortebene sucht, muß deshalb annehmen, daß Wort und Farbe nicht völlig unabhängig voneinander verarbeitet werden, sondern beide Informationen zeitweise miteinander in Beziehung gebracht werden, wobei dann die Gleichheit/Verschiedenheit festgestellt werden kann.
Akzeptiert man diese Hypothese, so lassen sich allerdings für die kongruenten Reize interessante experimentelle Vorhersagen machen: bei der getrennten Darbietung von Wort und Farbe, wie sie zur Überprüfung des Modells von Glaser & Dolt vorgeschlagen wurde, sollte die Reaktionszeitverkürzung für das Benennen kongruenter Reize im Vergleich zur Kontrollbedingung um so größer sein, je größer das Interstimulusintervall zwischen zuerst dargebotenem Farbwort und nachfolgender Farbe ist. Je früher das Farbwort dargeboten wird, um so mehr Zeit ist zur Reaktionsvorbereitung vorhanden, um so mehr kann der Organismus davon profitieren, daß eine fertig vorliegende Antwort nur noch ausgelöst zu werden braucht. Würden sich diese Vorhersagen bestätigen, so würde dies auch die einmal signifikanten und einmal nicht signifikanten Ergebnisse bei gleichzeitiger Darbietung beider Reizaspekte in einem neuen Licht erscheinen lassen: es würde nur bedeuten, daß der Effekt kongruenter Reize bei einem Interstimulusintervall von 0 ms sein Minimum hat.

1.3 Das Stroop-Phänomen als Encodierungskonflikt

Noch in Dyers (1973c) Sammelbericht zur Stroop-Literatur wird kein Autor referiert, der den Stroop-Konflikt nicht auf der Antwort- oder Wahrnehmungsebene lokalisiert hätte. Erst in den folgenden Jahren wurde zunehmend auch eine dritte Möglichkeit ins Auge gefaßt: das Stroop-Phänomen als Encodierungskonflikt, wobei die Ursache der Störung auf Verarbeitungsstufen gesucht wird, die zwischen visueller Analyse und Antwortauswahl liegen. Die genauesten Vorstellungen davon, wie ein solcher Konflikt aussehen könnte, finden sich bei Seymour (1977). Er bezieht sich bei der Verarbeitung eines Stroop-Reizes auf sein auf S. 20 vorgestelltes Modell des Lese- und Benennprozesses. Danach werden Wort und Farbe zunächst unabhängig voneinander in getrennten Systemen analysiert und nachfolgend beide im abstrakten semantischen Gedächtnis begrifflich codiert. Da sich Wort und Farbe eines Stroop-Reizes semantisch ähnlich sind, haben auch ihre Codes eine Vielzahl gemeinsamer Merkmale, d.h. sie überschneiden sich. Dieses Überlappen beider Codes ist die Ursache des Konflikts, da es einige Zeit dauert, bis beide "entflochten" sind und der relevante ausgewählt ist, der dann über das Logogensystem bis zur Antwort weiterverarbeitet wird. Seymour (1977, S. 263): "It is suggested that the Stroop effect is primarily an indication of the extra processing time required to resolve an ambibuity of this kind."

Interessant an dieser These eines Encodierungskonflikts ist, daß sie ohne Schwierigkeiten das Fehlen eines Konflikts bei kongruenten Reizen erklären kann: sind Wort- und Farbinformation gleich, so kann keine Störung entstehen, da beide zu einem einzigen, begrifflich identischen Code führen (Seymour 1977, S. 263): "When the irrelevant word is semantically congruent with its pictorial attribute no interference occurs because the two encoding operations lead to construction of a single conceptual representation."



Relation: gleich davor danach entgegengesetzt

Beispiel: Farbe des Wortes *FRÜHLING:*

grün weiß gelb braun

Relation zwischen Reiz w o r t und Jahreszeit, die der Reiz f a r b e entspricht.

Abb. 7.
Instruktionen und Resultate der Experimente 1 - 3 von Seymour (1977).

Experiment Nummer	Instruktion	Antwort für *FRÜHLING* in *braunen* Farbe
1b	Sage die der Farbe entgegengesetzte Jahreszeit.	Frühling
2b	Sage die der Jahreszeit entgegengesetzte Farbe.	braun
3b	Sage die der Farbe entgegengesetzte Farbe.	grün
1a	Sage die der Farbe entsprechende Jahreszeit.	Herbst
3a	Sage die der Jahreszeit entgegengesetzte Jahreszeit.	Herbst
2a	Sage die der Jahreszeit entsprechende Farbe.	grün

Seymour sieht nun ganz richtig, daß mit einem klassischen Stroop-Experiment (Bennennen der Farben inkongruenter Reize) die Frage, ob ein Antwort- oder Encodierungskonflikt vorliegt, nicht beantwortet werden kann, da das irrelevante Wort sowohl während der Encodierung der Farbe mitverarbeitet wird, als auch zur relevanten Antwortmenge gehört.
Seymour (1977) hofft aber, durch Verwendung neu gelernter Antworten (ähnlich wie im Übersetzungsexperiment von Glaser & Dolt) die Bedeutung von Encodierung und Antwortauswahl getrennt untersuchen zu können.

Zu diesem Zweck führte er vier Experimente durch. Die Daten der ersten drei, nur sie interessieren in diesem Zusammenhang, sind in Abb. 7 graphisch dargestellt. Zur besseren Verständlichkeit wurde jedes Experiment mit der Instruktion und einem Antwortbeispiel für einen inkongruenten Reiz versehen.

Als Reize verwendete Seymour (1977) die vier Worte *FRÜHLING, SOMMER, HERBST* und *WINTER* und die damit üblicherweise assoziierten Farben *grün* (für Frühling), *gelb* (für Sommer), *braun* (für Herbst) und *weiß* (für Winter). In jedem Experiment wurden die Jahreszeiten entweder in der dazu passenden Farbe dargeboten (z. B. *FRÜHLING* in *grün*), in der Farbe der Jahreszeit davor (*FRÜHLING* in *weiß*), danach (*FRÜHLING* in *gelb*) oder in der Farbe der entgegengesetzten Jahreszeit (*Frühling* in *braun*). Diese vier Beziehungen zwischen Wort und Farbe innerhalb eines Reizes sind in Abb. 7 auf der Abszisse aufgetragen.

Im ersten Teil von Experiment 1 (Exp. 1a in Abb. 7) hatten die Vpn die Farbe der Reize mit der dazugehörigen Jahreszeit zu benennen ("direct" naming condition), im zweiten Teil (Exp. 1b) sollten sie die der Farbe entgegengesetzte Jahreszeit angeben ("opposite" naming condition).
Bei Experiment 1a handelt es sich im Grunde um ein klassisches Stroop-Experiment. Unabhängig davon, ob ein Encodie-

rungs- oder Antwortkonflikt angenommen wird, sollten die Reize, bei denen Jahreszeit und Farbe zueinander gehörten (im Grunde eine kongruente Bedingung) am schnellsten bearbeitet werden können, während die drei anderen Reizarten eine Verlängerung mit sich bringen sollten. Tatsächlich war auch die kongruente Bedingung durchschnittlich 107 ms schneller als die drei anderen. Allerdings ist hier zu kritisieren, daß Seymour in keinem der vier Experimente entsprechende Kontrollbedingungen verwendet hat, sodaß nicht bewertet werden kann, ob es sich bei diesem Unterschied um eine Erleichterung durch Kongruenz, eine Erschwerung durch Inkongruenz oder um beides handelt.

In Experiment 1b ("opposite" naming condition) führen die einzelnen Hypothesen zum Stroop-Konflikt zu unterschiedlichen Vorhersagen. Bei der Annahme eines Antwortkonflikts ist zu erwarten, daß die Antwort erleichtert wird, wenn
1. Jahreszeit und Farbe zueinander gehören (Relation "gleich") und
2. die Farbe der Jahreszeit entgegengesetzt ist (Relation "entgegengesetzt"), da ja in diesem Fall die verlangte Antwort mit der im Reiz vorgegebenen Jahreszeit identisch ist. So lautet z. B. beim Benennen der *braunen* Farbe des Wortes *FRÜHLING* mit der entgegengesetzten Jahreszeit die Antwort "Frühling".
Bei der Annahme eines Encodierungskonflikts sollte es dagegen nur im ersten Fall, wenn Jahreszeit und Farbe zueinander passen, zu einer Erleichterung kommen. Die Daten bestätigten Seymours Hypothese. Nur in der kongruenten Bedingung kam es zu einer Beschleunigung der Reaktionszeit um durchschnittlich 200 ms gegenüber den anderen drei Bedingungen. Daß die Reaktionen in Experiment 1b allgemein gegenüber Experiment 1a erhöht waren, ist nicht verwunderlich, da ja ein zusätzlicher Übersetzungsschritt nötig ist, um die mit einer Farbe assoziierte Jahreszeit in die entgegengesetzte Jahreszeit zu übersetzen.

In Experiment 2 mußten die Vpn auf die Jahreszeit mit der entsprechenden Farbe (Exp. 2a) oder mit der entgegengesetzten Farbe (Exp. 2b) reagieren. Wie Abb. 7 zeigt, waren die Ergebnisse ähnlich wie in Experiment 1, sie bestätigten wiederum Seymours Encodierungshypothese. Interessanterweise fand also Seymour wie Glaser & Dolt bei der Reaktion auf das W o r t einen Stroop-Umkehreffekt, die F a r b e des Reizes störte das Zuordnen einer Farbantwort zur Jahreszeit.

Experiment 1 und 2 waren dadurch gekennzeichnet, daß irrelevanter Reiz und relevante Antwort zur gleichen Antwortmenge gehörten, in Experiment 3 dagegen stammten beide aus verschiedenen Antwortmengen: die Vpn hatten einmal die zur Jahreszeit entgegengesetzte Jahreszeit anzugeben (Exp. 3a, irrelevanter Reiz: Farbe), zum anderen die der Farbe entgegengesetzte Farbe zu benennen (Exp. 3b, irrelevanter Reiz: Jahreszeit). Dies führte in Experiment 3a zu keinerlei Erleichterung bzw. Interferenz, die Funktion verlief praktisch abszissenparallel. In Experiment 3b kam es wiederum zu einer Differenz von durchschnittlich 168 ms zwischen der kongruenten Bedingung und den übrigen drei Bedingungen.

Das Ergebnis von Experiment 3a ist relativ leicht zu erklären: die Vpn assoziieren eine Jahreszeit direkt mit der entgegengesetzten Jahreszeit, ein Farbcode, der zu der Farbe des Reizes in Beziehung treten könnte, wird nicht gebildet. Wie steht es dann aber mit Experiment 3b? Auch hier könnte die Vp direkt die Farbe des Reizes mit der entgegengesetzten Farbe assoziieren, es dürfte wie in Experiment 3a zu keinerlei Erleichterung bzw. Störung kommen. Seymour (1977, S. 256) versucht diesen Widerspruch folgendermaßen zu erklären: "This result indicates that the occurrence or non-occurrence of congruity effects is not simply determined by the nature of the response categories assigned in the experimental instructions. Of greater relevance is the nature of the codes manipulated during conversion of input to output.

Presumably, the task of naming opposite seasons requires access to a conceptual structure defining relations among the season names, but need not involve the chromatic codes associated with those names. The task of naming opposite colours, on the other hand, is of a quite arbitrary nature unless response selection is mediated by the conceptual structure for the season names and their associated colours."

Dieses Zitat zeigt aber meiner Meinung nach das Dilemma, in das man sehr leicht gerät, wenn man mit Übersetzungsaufgaben dieser Art die Frage des Antwort- oder Encodierungskonflikts zu entscheiden versucht. Solange, wie in Experiment 1 und 2, die Ergebnisse eindeutig sind, scheinen sie die eigene Hypothese sehr gut zu bestätigen. Ein abweichendes Resultat, wie in Experiment 3b, stellt dagegen sofort alles in Frage, denn um es noch hypothesenkonform interpretieren zu können, muß man zur Annahme zusätzlicher Vermittlungsschritte zwischen Reiz und Reaktion Zuflucht nehmen. Diese haben aber den Nachteil, daß sie zwar alle m ö g l i c h , aber keineswegs z w i n g e n d sind. Wenn z. B. Seymour annimmt, daß in Experiment 3a direkt Jahreszeit mit Jahreszeit assoziiert wird, in 3b dagegen die Farbe nur über Zwischenschritte mit der entgegengesetzten Farbe verknüpft werden kann (z. B. internes Benennen der Farbe, Aufsuchen der dazugehörigen Jahreszeit, Assoziieren der entgengesetzten Jahreszeit und ihrer Farbe), so erklärt er damit zwar den Unterschied zwischen beiden Bedingungen, muß aber so viele Zusatzannahmen ad hoc einführen, daß dadurch das ganze Experiment an Aussagekraft verliert. Fängt man nämlich an, bei Experiment 3b über mögliche zusätzliche Verarbeitungsschritte zwischen Reiz und Reaktion zu spekulieren, so läßt sich dies mit gleichem Recht auch für Experiment 1b ("opposite" naming condition) tun. Es zeigt sich dann, daß die Daten dieses Experiments sehr leicht mit einem Antwortkonflikt-Modell in Einklang zu bringen sind: soll die Vp in Experiment 1b die der Farbe entgegengesetzte Jahreszeit angeben, so kann man annehmen, daß sie wie in 1a die

Farbe des Reizes intern benennt und die dazugehörige Jahreszeit assoziiert. Hierbei kommt es in b e i d e n Fällen (Exp. 1a und 1b) zur Erleichterung bzw. Störung durch das irrelevante Wort. Erst wenn der Konflikt g e l ö s t ist, sucht sie in einem weiteren Übersetzungsschritt die entgegengesetzte Jahreszeit auf. Dasselbe Argument gilt natürlich auch für Experiment 2a und 2b.

Aus dem allem folgt: es soll nicht bestritten werden, daß es sich beim Stroop-Phänomen um einen Encodierungskonflikt handeln könnte, nur läßt sich diese Frage mit einer Übersetzungsaufgabe nicht entscheiden. Sie wurde deshalb so ausführlich behandelt, da sich dasselbe Problem schon für Glaser & Dolt stellte, auch sie mußten n a c h dem Experiment ihr Modell durch a posteriori Annahmen retten. Außerdem gibt es neben Seymour (1977) noch mindestens zwei Versuche (Harrison & Boese 1976, Stirling 1979), eine Übersetzungsaufgabe als Entscheidungsexperiment für die Frage eines Antwort- oder Encodierungskonflikts zu verwenden.

Harrison & Boese (1976) wählten als Reizmaterial zum einen die normale Stroop-Tafel, zum anderen eine abgewandelte Form, in der die mit Farben assoziierten Worte *BLUT*, *SONNE*, *GRAS*, *SCHOKOLADE*, *HIMMEL* und *KOHLE* in inkongruenten Farben gedruckt waren. In beiden Fällen mußte auf die Farben einmal mit normalen Farbantworten und einmal mit eben diesen Farbassoziationen reagiert werden. Außerdem gab es noch eine Liste mit Kontrollassoziationen (*TOMATE*, *ZITRONE*, *GELD*, *KAFFEE*, *WASSER*, *NACHT*), deren Farben wiederum mit Farbnamen oder mit den oben genannten Farbassoziationen benannt wurden. Die einzelnen Bedingungen und die daraus resultierende Interferenz, gemessen als Differenz zwischen Konflikt- und entsprechender Kontrollbedingung (Benennen einer reinen Farbkarte mit Farbnamen bzw. Farbassoziationen), sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Interferierender Reiz	Antwort	Interferenz (Sekunden)
1. Farbwort	Farbwort	24,5
2. Farbassoziation	Farbassoziation	20,7
3. Farbwort	Farbassoziation	16,0
4. Farbassoziation	Farbwort	9,8
5. Kontrollassoziation	Farbwort	9,5
6. Kontrollassoziation	Farbassoziation	8,9

Tab. 2.
Die Interferenz in Abhängigkeit von Reizmaterial und Antwort bei Harrison & Boese (1976). Die Zahlenwerte stellen Mittelwerte aus Experiment 1 und 2 dar (eigene Berechnung M.G.).

Die Hypothesen von Harrison & Boese lauteten:
1. Wenn Farbworte als irrelevante Reize immer gleich stark stören, unabhängig davon, ob auf die Farben mit Farbworten oder mit Farbassoziationen reagiert wird (Bedingung 1. und 3.) und sich alle übrigen Bedingungen nicht voneinander unterscheiden, so handelt es sich beim Stroop-Phänomen um einen Encodierungskonflikt. Hierunter verstehen die Autoren die Phase, in der zur Farbe die entsprechende interne Farbantwort gesucht wird (um sie auszusprechen oder als Mediator für die Farbassoziation zu verwenden).
2. Wenn Farbworte die Reaktion mit Farbnamen und Farbassoziationen die Reaktion mit Farbassoziationen am meisten verlangsamen (Bedingung 1. und 2.) und sich die übrigen Bedingungen nicht unterscheiden, so liegt ein Antwortkonflikt vor.

Wie Tab. 2 zeigt, waren die Ergebnisse aber keineswegs eindeutig im Sinne einer der beiden Hypothesen. Die Störung war in der klassischen Stroop-Aufgabe am höchsten und verringerte sich kontinuierlich mit abnehmender Ähnlichkeit des irrelevanten Reizes zum relevanten Reiz u n d zur relevanten Antwortmenge. Ein beinahe identisches Experiment mit völlig analogen Ergebnissen findet sich bei Majeres (1974) und, wenn auch mit leichten Abweichungen, bei Stirling (1979).

Harrison & Boese sehen nun völlig richtig, daß man mit entsprechenden Zusatzannahmen b e i d e Hypothesen mit den Daten in Einklang bringen kann:
Betrachtet man z. B. Bedingung 3., die für einen Encodierungskonflikt charakteristisch sein soll, so braucht man nur anzunehmen, daß das Farbwort eine Farbassoziation als interne Reaktion hervorruft und die Störung ist als Antwortkonflikt erklärbar. Auf der anderen Seite ist es möglich, daß die Farbassoziation in Bedingung 2. nicht nur mit der Antwort in Konflikt gerät, sondern auch eine interne Farbvorstellung zur Folge hat, die die Encodierung der Farbe stört. Die Schlußfolgerung von Harrison & Boese lautet dann auch (S. 411): "All of this is possible, but is becoming quite complex, and therefore unattractive."

Es gibt daneben noch eine dritte, bis jetzt nicht diskutierte Erklärung für diese Befunde: es könnte sich beim Stroop-Phänomen in Wirklichkeit um einen Konflikt auf b e i d e n Ebenen, der Encodierung und der Antwortauswahl, handeln. Auch diese Annahme kann natürlich mit einem Übersetzungsexperiment weder eindeutig bestätigt noch widerlegt werden.

Außer mit einer Übersetzungsaufgabe hat Seymour (1974) mit einem anderen experimentellen Paradigma seine Encodierungshypothese zu erhärten versucht:
Die Vpn hatten in einer Vergleichsaufgabe mit "ja" oder "nein" anzugeben, ob die B e d e u t u n g des in ein Quadrat geschriebenen Wortes *OBERHALB* oder *UNTERHALB* (engl. *ABOVE* oder *BELOW*) mit der S t e l l u n g eines sich *oberhalb* oder *unterhalb* des Quadrates befindenden Zeichens übereinstimmte. In Abb. 8 ist ein Kontrollreiz und je ein Beispiel für einen der in den drei experimentellen Bedingungen verwendeten Reize abgebildet. In allen vier Fällen stimmt die Bedeutung des Wortes innerhalb des Quadrats mit der Stellung des Zeichens außerhalb des Quadrats überein; die richtige Antwort lautet jeweils "ja".

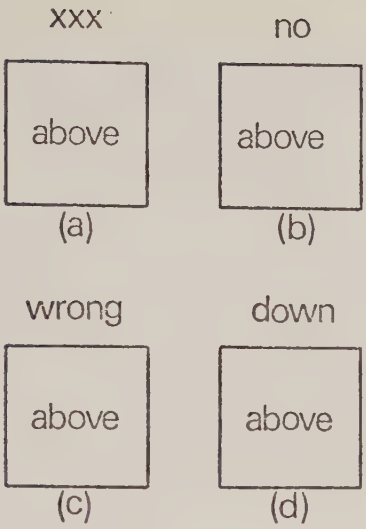


Abb. 8.
Beispiele für die von Seymour (1974) verwendeten Reize. In allen vier Fällen stimmt die Bedeutung des Wortes innerhalb des Quadrates mit der Stellung des Zeichens außerhalb des Quadrates überein, die richtige Antwort lautet "ja".
(a) Kontrollreiz, (b) antwortbezogener Distraktor,
(c) antwortbezogener Distraktor, (d) positionsbezogener Distraktor (Fig. 1 aus Seymour 1974).

Seymour glaubt, daß er mit der Einführung verbaler Distraktoren eine der normalen Stroop-Aufgabe vergleichbare Situation geschaffen habe. Handelt es sich beim Stroop-Phänomen somit um einen Antwortkonflikt, so sollten die antwortbezogenen Distraktoren *JA* und *NEIN* (Beispiel (b) in Abb. 8) bei Übereinstimmung mit der Antwort zu einer Erleichterung, bei Nichtübereinstimmung zu einer Erschwerung der Vergleichsaufgabe führen. Dies war jedoch nicht der Fall. Die irrelevanten Worte verlangsamten u n a b h ä n g i g von ihrer Beziehung zur relevanten Antwort die Aufgabe um ca. 50 ms gegenüber der Kontrollbedingung. Ähnlich negativ für die Antwortkonflikt-Hypothese fiel das Ergebnis bei den antwortbezogenen Distraktoren *RICHTIG* und *FALSCH* aus (Beispiel (c) in Abb. 8). Anders war dagegen das Ergebnis des dritten Experiments mit positionsbezogenen Distraktoren (Beispiel

(d) in Abb. 8). War das irrelevante Wort, unabhängig von dessen Stellung bezogen auf das Quadrat, dem relevanten Wort innerhalb des Quadrats semantisch ähnlich, z. B. der Distraktor *AUFWÄRTS* (engl. *UP*) kombiniert mit *OBERHALB* (engl. *ABOVE*), so war die Aufgabe signifikant leichter, als wenn das Wortpaar semantische Gegensätze ausdrückte, z. B. *ABWÄRTS* (engl. *DOWN*) kombiniert mit *OBERHALB* (engl. *ABOVE*). Aus Seymours Abbildungen läßt sich entnehmen, daß es sich hierbei um einen Stroop-Effekt in der üblichen Höhe von ca. 100 ms gehandelt haben dürfte. Seymour (1977) interpretiert dieses Experiment denn auch in seinem Sinne (S. 246): "The design of the experiment therefore allowed the effect to be localized within an input processing stage concerned with lexical encoding."

Dennoch ergeben sich auch mit diesem experimentellen Paradigma einige Probleme. Zum einen widersprechen Seymours Daten den Ergebnissen von Egeth, Blecker & Kamlet (1969) und von Dalrymple-Alford & Azkoul (1972), die in Vergleichsaufgaben, die der Stroop-Aufgabe ähnlicher waren als die Seymours, antwortbezogene Interferenz fanden: Egeth et al. ließen Farbpaare auf Gleichheit/Verschiedenheit prüfen. Waren auf diese Farben Farbworte gedruckt, so wurde die Antwort "gleich" bzw. "verschieden" nicht gestört. Zu einer Störung kam es erst bei Verwendung der irrelevanten Worte *GLEICH* oder *VERSCHIEDEN*. Ähnlich war das Resultat von Dalrymple-Alford & Azkoul. Die Vpn hatten in einer Kartensortieraufgabe die Gleichheit/Verschiedenheit von Farbpaaren mit der Antwort "ja" oder "nein" zu bezeichnen. Auch hier erschwerten antwortbezogene Distraktoren wie *JA/NEIN* und *RICHTIG/FALSCH* die Reaktion. Allerdings waren in beiden Arbeiten die gefundenen Effekte zwar signifikant, ihre Größe aber nur ein Bruchteil der in der normalen Stroop-Aufgabe gefundenen, sodaß man sie eventuell mit den leichten Störungen, die auch Seymour (1974) bei seinen antwortbezogenen Distraktoren fand, gleichsetzen kann. Im Prinzip würde sich an Seymours Encodierungshypothese durch die Annahme eines zusätzlichen geringfügigen Antwortkonflikts nichts ändern.

Auf der anderen Seite sind die Reize von Seymour (1974) wesentlich komplexer als die von Egeth et al. (1972) und Dalrymple-Alford & Azkoul (1972). Seine Vpn hatten nicht einen einfachen Farb-Farb-Vergleich, sondern einen komplizierten Wort-Positions-Vergleich durchzuführen. Während man im Sinne des auf S. 15 Gesagten davon ausgehen kann, daß der Farb-Farb-Vergleich mithilfe visueller Repräsentation, also auf einer relativ frühen Stufe der Reizverarbeitung ausgeführt wird, weiß man bei Seymours Reizen sehr viel weniger über den Verlauf des Vergleichsprozesses. Die Vp mag im Beispiel (d) der Abb. 8 das Wort *ABOVE* intern in einen Positionscode übersetzen und dabei durch das irrelevante Wort *DOWN* gestört werden. Sie könnte aber auch die Position des Wortes oberhalb des Quadrats zu benennen versuchen und dabei durch dessen inkongruente Wortinformation behindert werden. Schließlich könnte sie als erstes beide Worte lesen und durch deren Inkongruenz von ihrer eigentlichen Aufgabe, dem Wort-Positions-Vergleich abgelenkt werden (s. dazu Clark & Brownell 1975). Es ergeben sich somit mit diesem Paradigma ähnliche Probleme wie mit Übersetzungsaufgaben: kompliziert man die Situation, so erhöht sich vor allem die Anzahl möglicher Hypothesen, die die Daten erklären können. Die Entscheidung wird nicht erleichtert.

Eine schöne Illustration dieser These liefert das berühmte Experiment von Treisman & Fearnley (1969). Die Autoren verwerfen Erklärungen des Stroop-Phänomens als Antwort- oder Encodierungskonflikt. Ihrer Meinung nach tritt immer dann ein Stroop-Konflikt auf, wenn relevanter Reiz und Antwort verschiedenen Modalitäten angehören u n d der irrelevante Reiz bereits in der für die Antwort relevanten Modalität vorliegt. Beim B e n e n n e n eines Stroop-Reizes muß die Farbe verbal codiert werden, es wird also ein Wechsel der Modalität vollzogen, das irrelevante Wort jedoch gehört a priori der relevanten Modalität an. Beim L e s e n eines Stroop-Reizes dagegen handelt es sich um eine Reaktion innerhalb einer Modalität, der irrelevante Reiz stört diesen Prozeß nicht, daher die Asymmetrie des Stroop-Konflikts.

Wenn wir aber in gleichem Maße, wie wir Worte als Antwort auf Farben generieren können, auch in der Lage wären, Farben als Antwort auf Farben und Worte zu erzeugen, so wäre eine gleich starke Störung durch die Farbe bei der Reaktion auf das Wort eines Stroop-Reizes zu erwarten (Treisman & Fearnley 1969, S. 438): "If it were possible for subjects to generate colours, the reverse result might be obtained, that is, the 'colour' response might be more difficult to the stimulus of words than to the stimulus of colours."

Mithilfe einer Vergleichsaufgabe sollten nun die Vpn in die Lage versetzt werden, auf Farben und Worte s o w o h l mit Farben a l s a u c h mit Worten zu reagieren: In einer Sortieraufgabe, bei der auf jeder Karte zwei Reize abgebildet waren, hatten die Vpn jeweils den o b e r e n auf Gleichheit/Verschiedenheit mit dem u n t e r e n zu prüfen. Es wurden drei Arten von Karten verwendet:

1. ein schwarzes Farbwort, darunter eine Reihe bunter X
   Beispiel: *BLAU* (in *schwarz*)
   XXXX (in *rot*)
2. ein inkongruentes Farbwort, darunter ein schwarzes Farbwort
   Beispiel: *BLAU* (in *rot*)
   GRUN (in *schwarz*)
3. ein inkongruentes Farbwort, darunter eine Reihe bunter X
   Beispiel: *BLAU* (in *rot*)
   XXXX (in *rot*)

In der ersten Bedingung ist nur ein Vergleich zwischen Wort und Farbe möglich, der mit einem Modalitätenwechsel verbunden ist. In der zweiten Bedingung können dagegen die beiden Worte (innerhalb einer Modalität) und die Farbe des oberen Reizes mit der Wortbedeutung des unteren Reizes (zwischen den Modalitäten) verglichen werden. Dasselbe gilt für die dritte Bedingung: es ist ein Farbe-Farbe- und ein Wort-Farbe-Vergleich möglich. Die durchschnittlichen Sortierzeiten für die aus den drei Reizarten resultierenden fünf Vergleichsaufgaben zeigt die Tabelle 3.

Vergleich	Modalitäten-wechsel	Interferenz-quelle	Sortierzeit (Sekunden)
1 Wort - Farbe	ja	----	71,3
2a Wort - Wort	nein	Farbe	60,5
2b Farbe - Wort	ja	Wort	81,4
3a Farbe - Farbe	nein	Wort	58,8
3b Wort - Farbe	ja	Farbe	78,2

Tab. 3.
Die durchschnittlichen Sortierzeiten für die fünf Vergleichsaufgaben von Treisman & Fearnley (1969). Die Zahlenwerte stellen die Mittelwerte aus Experiment 1 und 2 dar.

Unter der Annahme, daß in einer solchen Aufgabe die Vpn immer den relevanten Aspekt des ersten Reizes in die Modalität des zweiten Reizes übersetzen, sollte in Bedingung 2b eine v e r b a l e Codierung der Farbe, in Bedingung 3b eine v i s u e l l e Codierung des Wortes stattfinden. Bedingung 3b entspräche somit einem "Generieren" von Farben als Reaktion auf Worte, die Störung in Bedingung 3b sollte genauso groß sein wie in 2b. Dies wurde ebenso bestätigt wie die These von Treisman & Fearnley, daß Vergleiche innerhalb einer Modalität durch irrelevante Attribute nicht gestört werden: Bedingung 2a und 3a waren gleich schnell und schneller als Bedingung 1, die einen mittleren Schwierigkeitsgrad aufwies. Der Vergleich in Bedingung 1 wird zwar nicht durch einen irrelevanten Reizaspekt gestört, er ist aber immerhin mit einem Modalitätenwechsel verbunden.

Im Gegensatz zu den Problemen bei Übersetzungsexperimenten scheint mit dieser Vergleichsaufgabe eine eindeutige Bestätigung der Hypothese von Treisman & Fearnley gelungen zu sein (s. auch Dyer 1973a). Zweifel entstanden jedoch jetzt durch die Arbeit von Morton & Chambers (1973) an den Daten selbst: Morton & Chambers versuchten insgesamt dreimal, die Daten von Treisman & Fearnley zu replizieren, und jedesmal war das Resultat ähnlich dem in Tab. 4 wiedergegebenen. Die Großbuchstaben geben hierbei die für den Vergleich relevante Modalität an, die Indizes bezeichnen die Interferenzquelle; W = Wort, C = Farbe.

	Subjects	A(i) $\boxed{\begin{matrix} W_c \\ W \end{matrix}}$	B(i) $\boxed{\begin{matrix} C_w \\ C \end{matrix}}$	C $\boxed{\begin{matrix} W \\ C \end{matrix}}$	A(ii) $\boxed{\begin{matrix} C_w \\ W \end{matrix}}$	(Bii) $\boxed{\begin{matrix} W_c \\ C \end{matrix}}$
Treisman and Fearnley	32 Undergraduates	60·5	58·8	71·3	81·4	78·2
Morton and Chambers	10 Housewives	42·0	39·4	49·4	98·6	61·1

Tab. 4.
Die Ergebnisse von Treisman & Fearnley (1969) und von Morton & Chambers (1973). Die Großbuchstaben geben die für den Vergleich relevante Modalität an, die Indizes bezeichnen die Interferenzquelle; W = Wort, C = Farbe (Table 1 aus Morton & Chambers 1973).

Morton & Chambers konnten zwar die Ergebnisse von Treisman & Fearnley im Prinzip replizieren, aber gerade das wichtigste Datum, die Symmetrie des Konflikts zwischen C_w - W und W_c - C, ließ sich nicht wiederholen, C_w - W war deutlich schwerer als W_c - C. Nebenbei bemerkt, haben auch zwei Replikationsversuche, die im Verlauf von Experimentalpraktika am Psychologischen Institut Tübingen durchgeführt wurden (im Sommersemester 1977 unter meiner Leitung und im Wintersemester 1977/78 unter Dr. Wilhelm Glaser), die Ergebnisse von Morton & Chambers, nicht jedoch die von Treisman & Fearnley, bestätigt. Auf der anderen Seite konnten Morton & Chambers zeigen, daß sich die starke Störung in der Bedingung C_w - W verringerte und die in W_c - C erhöhte, wenn die Reihenfolge des Vergleichs geändert wurde. Dies war der Fall, wenn die Vpn den u n t e r e n mit dem o b e r e n Reiz zu vergleichen hatten, oder wenn die Reize in umgekehrter Reihenfolge auf die Karten gedruckt wurden.

All dies spricht dafür, daß es sich bei der symmetrischen Störung von Treisman & Fearnley um ein Zufallsprodukt gehandelt haben dürfte, möglicherweise bedingt durch unterschiedliche Strategien der Vpn oder durch Unterschiede in der Instruktion, des Reizmaterials u. ä. Schon bei der Besprechung der Kartensortieraufgabe von Hock & Egeth (1970) und deren Repli-

kation durch Flowers & Dutch (1976) wurde deutlich, wie leicht sich kleine prozedurale Abweichungen in widersprechenden Ergebnissen niederschlagen können. Mit den Daten von Morton & Chambers ist aber die einfache Annahme einer generellen Umcodierung des relevanten Aspekts des ersten Reizes in die Modalität des zweiten nicht mehr aufrechtzuerhalten. Man kann dann wie dies Morton & Chambers tun, in vielfältigster Weise darüber spekulieren, welche Form der Codierung von den Vpn in Wirklichkeit für welches Reizpaar gewählt wurde. Dies hat aber zur Folge, daß am Ende mehr Fragen offen bleiben, als man mit dem Experiment zu beantworten versuchte.

Ein Grund, warum die Daten von Treisman & Fearnley so schwer zu interpretieren sind, liegt sicher darin, daß beide Reize g l e i c h z e i t i g geboten wurden, während die Arbeiten, die für eine Codierung des ersten Reizes in die Form des zweiten sprechen, in der Regel den zweiten Reiz verzögert dargeboten haben (Posner, Boies, Eichelman & Taylor 1969, Tversky 1969). Bei längeren Zeitabständen scheinen die Vpn tatsächlich in der Lage zu sein, den ersten Reiz so zu codieren, daß der nachfolgende Vergleich mit dem zweiten optimal beschleunigt wird.

Ausgehend von diesen Überlegungen variierte Flowers (1975) die Aufgabe von Treisman & Fearnley folgendermaßen: die Vpn bekamen in einem Reaktionszeitexperiment das Wort *ROT* oder *GRÜN* entweder *schwarz-weiß* oder in *rot* oder *grün* dargeboten, wobei es kongruent oder inkongruent eingefärbt sein konnte. Das Wort wurde 100 ms lang exponiert. Danach erschien im Abstand von 20, 100, 300 oder 700 ms eine Farbwahlkarte, bei der die eine Hälfte *rot*, die andere Hälfte *grün* war. Die Vpn hatten durch Tastendruck die Hälfte anzugeben, deren F a r b e dem vorangegangenen F a r b w o r t entsprach. Flowers nimmt an, daß das Intervall zwischen beiden Reizen dazu benützt wird, das Farbwort visuell zu codieren. Diese Transformation wird aber durch die gleichzeitig vorhandene Farbe blockiert oder verzögert. Die

Störung ist dabei umso ausgeprägter, je kürzer das Interstimulusintervall ist. Bei längeren Zeitabständen bleibt zunehmend mehr Zeit, den Konflikt zwischen beiden Codes zu lösen, bevor der zweite Reiz erscheint. Tatsächlich fand Flowers eine signifikante Verlängerung um 60 ms bei einem ISI von 20 ms und um 40 ms bei einem ISI von 100 ms. Bei den zwei längsten Interstimulusintervallen waren die Reaktionszeiten für Kontroll- und Konfliktreize praktisch gleich lang.

Flowers bestätigt somit das Ergebnis von Treisman & Fearnley: beim "Generieren" von Farben stört irrelevante Farbinformation. Dieses Datum von Treisman & Fearnley haben allerdings auch Morton & Chambers repliziert; was sie nicht fanden, war die S y m m e t r i e der Störung. Gerade sie ist aber der Kern der Hypothese von Treisman & Fearnley: Übersetzungen in verbale u n d nichtverbale Codes können i n g l e i c h e r W e i s e durch irrelevante verbale und nichtverbale, bereits vorliegende Codes gestört werden. Flowers hätte somit zusätzlich zeigen müssen, daß beim Vergleich der Farbe eines Stroop-Reizes mit einem nachfolgenden Farbwort der gleiche Kurvenverlauf auftritt wie bei seinem Wort-Farbe-Vergleich.

Obwohl somit die eben geschilderten Experimente nicht völlig eindeutig interpretierbar sind, sprechen sie dennoch im Zusammenhang mit ähnlichen Ergebnissen bei Clark & Brownell (1975) und bei Palef (1978) dafür, daß die Verarbeitung eines Reizes auf verschiedenen Stufen gestört werden kann. Der Konflikt tritt immer dann auf, wenn eine irrelevante Information in demselben Code vorliegt wie die relevante. Dies kann auf einer frühen Verarbeitungsstufe oder erst bei der Antwortauslösung der Fall sein. Die Frage, von der Seymour (1974) bei der Konstruktion seiner Vergleichsaufgabe ausgegangen ist, ob es sich beim Stroop-Phänomen um einen Antwort- oder Encodierungskonflikt handelt, scheint sich somit als irrelevant zu erweisen.

Dies gilt allerdings nur dann, wenn man davon ausgeht, daß das Vergleichen zweier Reize und das Benennen eines Reizes (wie in der normalen Stroop-Situation) zwei analoge Vorgänge sind. So schreiben Treisman & Fearnley (1969, S. 439): "The main difference between this task (die C_w - W-Aufgabe M.G.) and Stroop's is that subjects in this task match two attributes of stimuli while in Stroop's test they generate a response to match one attribute of a stimulus. The results seem sufficiently similar to suggest that the main sources of difficulty are the same in both cases ..." Wie weit ist aber diese Analogie haltbar? Was hilft mir zur Erklärung der verlängerten Farbbenennzeit eines Stroop-Reizes die Aussage, daß in einer Vergleichsaufgabe ein verbaler Code mit irrelevanter verbaler Information in Konflikt geraten kann? Das irrelevante Wort kann ja sowohl bei der Encodierung der Farbe im Sinne Seymours, also bei ihrer semantischen Interpretation verbunden mit der internen Zuordnung eines Namens, als auch erst bei der direkten Antwortauswahl die verbale Codierung der Farbe behindern. Obwohl beides möglich ist, bleibt dennoch die empirisch zu klärende Frage, wo der Konflikt in Wirklichkeit stattfindet. Ist die Encodierungsphase störanfällig oder die Antwortauswahl, oder handelt es sich möglicherweise um einen Konflikt auf beiden Stufen? Aus dem bisher Referierten ergibt sich zu dieser Frage folgendes Bild:

Für einen Antwortkonflikt scheinen alle Arbeiten zu sprechen, in denen durch Verwendung nichtsprachlicher Reaktionen der Konflikt reduziert oder eliminiert wurde, z. B. durch Tastendruck auf bunte Farbtasten (Pritchatt 1968) oder durch Sortieren von Stroop-Reizen in farblich gekennzeichnete Schachteln (Dalrymple-Alford & Azkoul 1972). Auf der anderen Seite sind auch diese Ergebnisse mit einer Encodierungshypothese vereinbar, wenn man sie als Durchmusterungsaufgaben interpretiert, in denen bereits auf die visuelle Repräsentation eines Reizes ohne weitergehende semantische Interpretation reagiert werden kann. Allerdings bleibt das Problem

bestehen, daß auch Worte, die in keinerlei Beziehung zur Aufgabe stehen, eine leichte Störung hervorrufen, was nur noch als Antwortkonflikt erklärbar ist, mit der "... capacity of the word to produce arousal of its motor components ..." (Bakan & Alperson 1967, S. 416).

Auch andere Experimente, die immer wieder als Beleg für einen Antwortkonflikt herangezogen werden, sind nicht eindeutig interpretierbar: daß sich der Konflikt durch Verlangsamung der Lesegeschwindigkeit verringert, ist mit beiden Hypothesen vereinbar. Ist ein Wort schlechter lesbar (z. B. durch Überdecken mit einer Maske), so dürfte es sowohl langsamer encodiert werden, als auch später als Antwort vorliegen.

Ähnlich uneindeutig sind die Experimente, die für die Encodierungshypothese sprechen: sowohl die Ergebnisse von Übersetzungsaufgaben (Seymour 1977, Harrison & Boese 1976, Stirling 1979), als auch von Vergleichsaufgaben (Seymour 1974) lassen sich in der Regel auch als Antwortkonflikt interpretieren. Einige Autoren haben in letzter Zeit daraus die Konsequenz gezogen, für das Stroop-Phänomen s o w o h l einen Encodierungs- als auch einen Antwortkonflikt anzunehmen (Stirling 1979, Palef & Olson 1975, Clark & Brownell 1975, Williams 1977), eine Möglichkeit, die bei der Stärke der Störung nicht unwahrscheinlich erscheint.

In den folgenden Experimenten soll dieser Frage weiter nachgegangen werden, wobei versucht wird, möglichst nahe an der klassischen Benennaufgabe zu bleiben, um die Probleme, die die Interpretation von Übersetzungs- und Vergleichsaufgaben mit sich bringt, zu vermeiden.

2. Experimenteller Teil

2.1 Experiment 1: Lesen und Benennen von Stroop-Reizen in Abhängigkeit vom Instruktionszeitpunkt im CIP-Paradigma

Während das zweite und die folgenden Experimente der auf S. 34 angekündigten Überprüfung des Laufzeitmodells von Glaser & Dolt (1977) dienten, wurde Experiment 1 in einem weiteren theoretischen Zusammenhang konzipiert. Es sollte allgemein Aufschluß über den zeitlichen Verlauf der Bildung von Antwortcodes bei Stroop-Reizen geben. Die hierbei angewandte experimentelle Technik findet sich in ähnlicher Form schon bei Külpe (1904), Kantowitz (1974) bezeichnet sie als CIP-Paradigma. CIP ist die Abkürzung für "contingent-information processing" und charakterisiert ein Doppelstimulationsexperiment, in dem die Vp in variablem Abstand vor oder nach dem relevanten Reiz die Information erhält, auf welche Dimension des relevanten Reizes sie zu reagieren hat.

In Experiment 1 bestand der Instruktionsreiz aus einem hohen oder tiefen Ton, der in verschiedenen Zeitabständen vor oder nach einem Stroop-Reiz ertönte. Bei einem tiefen Ton sollte der Stroop-Reiz gelesen, bei einem hohen Ton dessen Farbe benannt werden. Es ergeben sich hierbei folgende Hypothesen über die Lese- und Benennzeiten in Abhängigkeit vom Zeitintervall zwischen Instruktions- und Stroop-Reiz:

1. Ertönt der Ton so früh, daß er bis zum Erscheinen des Stroop-Reizes vollständig verarbeitet werden kann, sollte beim Farbenbenennen ein Stroop-Konflikt in der üblichen Höhe auftreten. Der Instruktionsreiz ermöglicht hier genau so wenig ein selektives Beachten der Farbe wie dies in einem normalen Stroop-Experiment mit einer pro Block konstanten Instruktion der Fall ist. Dementsprechend ist auch keine Veränderung der Lesereaktionszeit zu erwarten. Sie sollte wie immer durch das Fehlen jeglichen Konflikts gekennzeichnet sein.

2. Verringert sich der Zeitabstand des Tones zum Stroop-Reiz, so kommt es zu zunehmender Überschneidung der Verarbeitung beider Reize. Wie in praktisch allen Doppelstimulationsexperimenten ist in diesem Fall eine Verlängerung der Lese- und Benennreaktionszeit zu erwarten, die bei Gleichzeitigkeit von Ton und Stroop-Reiz ihr Maximum erreichen dürfte.

3. Theoretisch interessanter ist der Teil des Experiments, in dem der Ton nach dem Stroop-Reiz dargeboten wird. Die Vp kann hier die Strategie wählen, sofort mit der Verarbeitung beider Reizdimensionen zu beginnen mit dem Ziel, beide Antworten bis zur Darbietung des Instruktionsreizes bereits fertig vorliegen zu haben. Sie braucht dann nach Verarbeitung des Tones nur noch eine der beiden Antwortalternativen für die motorische Artikulation auszuwählen. Bei dieser Strategie ist ein Verringern der Reaktionszeiten für Lesen und Benennen mit wachsendem ISI zu erwarten. Ab einem bestimmten Zeitpunkt sollten schließlich beide Reaktionszeiten gleich sein und annähernd konstant bleiben. Beide Reaktionszeiten sollten von da an unter der Zeit für das normale Benennen eines Stroop-Reizes liegen, da ja der Konflikt beim Erscheinen des Tones bereits gelöst ist, sie sollten aber über der normalen Lesereaktionszeit liegen, da ja sowohl der Ton verarbeitet, als auch eine Entscheidung zwischen zwei Antworten getroffen werden muß.

Eine alternative Strategie wäre, daß die Vp erst nach Erscheinen des Instruktionsreizes mit der Verarbeitung des Stroop-Reizes begänne. Aufgrund des automatischen Charakters des Leseprozesses wäre dieser aber wohl kaum zu unterdrücken, die Lesereaktionszeit würde sich mit wachsendem ISI wiederum verkürzen. Anders dagegen die Reaktion auf die Farbe: wird mit dem Benennen des Stroop-Reizes erst nach Verarbeitung des Tones begonnen, so muß die Benennreaktionszeit immer über der Lesereaktionszeit liegen, auch wenn man annehmen kann, daß bei entsprechend langem Zeitabstand kein Stroop-Konflikt mehr auftritt, das Wort seine Fähigkeit, den Benennprozeß zu stören, also verliert.

Mit dieser Strategie würde die Vp somit eine recht schnelle Leseantwort erzielen, dafür aber eine relativ langsame Reaktion auf die Farbe in Kauf nehmen. Damit verhielte sie sich jedoch nicht im Sinne der Instruktion, i n j e d e m F a l l so schnell wie möglich zu reagieren. Wählt die Vp dagegen die erste Strategie, so muß sie nach Verarbeitung des Tones eine von zwei Antworten auswählen, was ebenfalls eine gewisse Zeit erfordert (Boies 1971, zit. n. Posner 1973). Es scheint somit a priori kaum entscheidbar, welche Strategie von den Vpn letztlich gewählt wird.

Eine weitere interessierende Variable in diesem Experiment war die Auswirkung der Darbietungsdauer eines Stroop-Reizes auf die Höhe des Konflikts. Verglichen wurde eine lange Darbietung, bei der der Reiz bis zum Beginn der Reaktion stehen blieb, mit einer kurzen Darbietung, bei der er nach 200 ms verschwand. Letzteres könnte eine Verringerung des Konflikts zur Folge haben, da die kontinuierliche visuelle Stimulation durch das irrelevante Wort wegfällt, wenn auch natürlich die visuelle Information noch einige Zeit im ikonischen Gedächtnis gespeichert bleibt (Sperling 1960). Auf der anderen Seite ist aber auch eine Erhöhung des Konflikts bei kurzer Reizdarbietung denkbar: nimmt man mit Klein (1964) an, daß dem Organismus bei der Verarbeitung eines Stroop-Reizes gelegentlich die richtige Reiz-Reaktionszuordnung verlorengeht, und er sie erst durch "Restimulation" wiederfinden muß, so mag diese "Restimulation" mithilfe eines im ikonischen Gedächtnis gespeicherten Reizes weniger effektiv sein als mit einem visuell noch vorhandenen.

Eine letzte Frage galt dem Unterschied zwischen der Darbietung von Stroop-Reizen in homogenen und in heterogenen Blöcken. Beide Arten werden zwar in der Literatur verwendet, wurden aber meines Wissens von keinem Autor am selben Material direkt miteinander verglichen. Es ist zwar zu erwarten, daß die Verwendung heterogener Blöcke aufgrund der höheren Zahl von Reizalternativen das Reaktionszeitniveau beim Farbenbenennen generell anhebt, es bleibt aber die

Frage, ob damit auch eine Erhöhung des Stroop-Konflikts verbunden ist. Dieser Teil des Experiments sollte somit einen Beitrag zum "Vermessen" des Phänomens liefern.

Methode

Personen

Als Vpn nahmen 16 Psychologiestudenten (8 weibliche, 8 männliche) des ersten Studienabschnitts teil, die bis zur Diplomvorprüfung eine bestimmte Zahl von Versuchspersonenstunden abzuleisten hatten. Alter der Vpn: 19 bis 29 Jahre. Zeitraum des Experiments: 8.3.1978 bis 21.4.1978. Jeder Versuch bestand aus zwei Sitzungen, die im Abstand von 1 bis 2 Tagen stattfanden. Die durchschnittliche Dauer der ersten Sitzung betrug 75 Minuten, die der zweiten 60 Minuten. Zu Beginn des Experiments wurden die Vpn nach ihrer Farb- und Sehtüchtigkeit befragt.

Material

Zur einfacheren Charakterisierung der Reize (kongruente, inkongruente, Kontrollreize) und der beiden zugehörigen Reaktionen (Lesen und Farbenbenennen) werden in Übereinstimmung mit Glaser & Dolt (1977) folgende, mnemotechnisch an den englischen Sprachgebrauch angenäherte Abkürzungen verwendet:

R = Lesen (engl. to read)
CN = Farbenbenennen (engl. colour naming)
CT = Kontrollreiz (engl. control)
CG = kongruenter Reiz (engl. congruent)
CF = inkongruenter Reiz (engl. conflict)

Die vier Farbwörter *ROT, GELB, GRUN* und *BLAU* wurden in schwarzen Großbuchstaben Letraset R 41/9,5 mm, einer fetten und sachlichen Type mit senkrechten Buchstabenachsen, auf je eine weiße Karteikarte geklebt. Der Großbuchstabe "I" hat in

dieser Type exakt die Form eines Rechtecks mit 3,5 mm Breite und 9,5 mm Höhe. Für die Kontrollreize CN wurden deshalb sieben Großbuchstaben "I" zu einem "Wort" zusammengesetzt, das einerseits die Umrißabmessungen und die Schwarz-Weiß-Verteilung eines Farbwortes, andererseits jedoch nur eine sehr geringe "Lesbarkeit" aufwies, da die sieben "I" eher wie ein schwarz-weißes Gitter als wie ein gedrucktes Wort oder auch nur eine bedeutungslose Buchstabenfolge wahrgenommen wurden. Jedes Farbwort und die Vorlage für die Kontrollreize wurden einzeln großformatig in der benötigten Anzahl mit einer 24X36mm-Kamera auf Agfaortho 25 Film aufgenommen, der sehr hart entwickelt wurde, sodaß die Buchstaben in klarem Weiß und der Hintergrund mit hoher Deckung herauskamen. Diese Negative wurden dann zusammen mit handelsüblichen, klaren, intensiv eingefärbten Azetatfolien in den Farben *rot, gelb, grün* und *blau* in 5X5cm-Diarähmchen mit Deckgläsern gefaßt. Für die Kontrollbedingung R wurden die Farbfolien weggelassen. Auf diese Weise ließ sich jede Farbe (einschließlich "weiß") mit jedem Wort (einschließlich Kontroll"wort") kombinieren. Dieses Reizmaterial war identisch mit demjenigen der Untersuchung in Glaser & Dolt (1977).

Gerätetechnik

Als Instruktionsreiz diente das Rechtecksignal eines Funktionsgenerators, das von der Versuchssteueranlage geschaltet sowie in der Frequenz gesteuert und über einen HI-FI-Verstärker und eine kleine HI-FI-Lautsprecherbox hinter der Vp in den Raum abgestrahlt wurde. Der Schallpegel betrug am Ohr der Vp etwa 60 dB. Das Rechtecksignal wurde gewählt, da es mit seinem höheren Gehalt an Oberschwingungen, verglichen mit einem Sinus- oder Dreiecksignal, einen markanteren Klang und subjektiv deutlicheren Signalcharakter hat. Für den tiefen Ton wurde eine Frequenz f = 250 Hz, für den hohen f = 800 Hz gewählt. Die beiden akustischen Reize waren dadurch sehr leicht diskriminierbar.

Die optischen Reize wurden mit einem Kodak Carousel Projektor S-RA 2000 dargeboten, der den Zufallszugriff zu den einzelnen Dias durch Eintasten ihrer Positionsnummer im Magazin, einer Zahl von 1 bis 80, erlaubt. Um zu verhindern, daß die Vp die Laufdauer und bestimmte Laufgeräusche des Magazins bei der Auswahl des jeweils nächsten Dias während des Intervalls zwischen den Darbietungen als Hinweisreiz auf den Inhalt des nächsten Reizes verwenden könnte und um die maximale Suchzeit eines Dias auf ca. 2 s zu begrenzen, enthielt das Magazin den gesamten Satz der im Versuch benötigten Dias (n = 24; 12 CF, 4 CG, 4 R/CT, 4 CN/CT) dreifach in gleicher Reihenfolge. Jedes Dia wurde aus dem S a t z ausgewählt, der dem S a t z seines Vorgängers in der Laufrichtung des Magazins folgte.

Die Vp saß mit 1,8 m Augenabstand vor einer weißen Projektionswand (Perlmutt-Typ für Aufprojektion). Die Projektoren für den Versuchs- und den Hintergrundreiz waren mit 100mm-Optik ausgestattet und auf einem Projektionstisch hinter der Vp aufgestellt. Für das 24X36mm-Filmfeld ergab sich eine Bildgröße von 46X71 cm, für das abgebildete Wort ein Umriß von 9,2X46,5 cm, was einem Gesichtswinkel von etwa 3^{o} für die Buchstabenhöhe und 15^{o} für die Wortlänge entspricht. Diese Wortgröße, die im wesentlichen in das parafoveale Gesichtsfeld abgebildet wird und erheblich den Gesichtswinkel beim normalen Lesen überschreitet (ca. 4 Buchstaben/Grad Zeilenlänge), wurde gewählt, um Reize mit einer massiven Farbwirkung zu erhalten, bei denen zugleich Strategien der Unterdrückung der Lesekomponente durch instruktionswidrige Fixation, Akkomodation oder teilweisen Lidschluß ("Blinzeln") wirkungslos bleiben.

Als Hintergrundreiz wurde mit einem zweiten Projektor ein gleichmäßig graues Dia ständig auf die Projektionsfläche geworfen. Es war deckungsgleich mit dem Versuchsdia eingestellt und hatte drei Funktionen zu erfüllen. Zum ersten kennzeichnete es die Projektionsfläche innerhalb der Bild-

wand, in der das Reizdia geboten wurde, und ermöglichte der Vp damit die Wahl eines subjektiv geeigneten Fixationspunktes (es enthielt kein Fixationskreuz); zum zweiten steuerte es die Helligkeitsadaptation der Vp zwischen den Reizen; zum dritten überstrahlte es die im Hintergrund der Reizdias noch enthaltene Einfärbung durch die mitgerahmte Farbfolie, die sonst eine schwerwiegende Störvariable wäre. Die folgenden Beleuchtungsintensitäten (Einstrahlung auf die Projektionswand) wurden gemessen:

(1) Raumhelligkeit ohne Projektion		2,8	lx
(2) Hintergrunddia + Raumhelligkeit		16	lx
(3) Hintergrund im Reizdia (zusätzlich zu (2))		7	lx
(4) Buchstabe des Reizdias (zusätzlich zu (2))	*weiß*	610	lx
(5)	*rot*	140	lx
(6)	*gelb*	390	lx
(7)	*grün*	60	lx
(8)	*blau*	70	lx

Der Versuchsablauf wurde von einer Massey-Dickinson-Anlage gesteuert. Sie bildete sämtliche benötigten Zeitintervalle, wählte den Instruktionsreiz (hoch oder tief) nach Zufall (p(hoch) = p(tief) = 0,5) mit Zurücklegen und löste die Darbietung der Reize aus. Die Expositionsdauer des Versuchsreizes wurde mit einem vor die Projektionsoptik montierten, magnetbetätigten Compurverschluß gesteuert. Die Reaktionszeit wurde mit einem Hewlett-Packard Electronic Counter 3734A gemessen und mit einem Hewlett-Packard Digital Recorder 562A ausgedruckt. Sie begann nicht, wie in vielen Untersuchungen üblich, mit dem Auslösesignal für den Reiz im Steuersystem, sondern mit dem Beginn des Versuchsreizes, der dem System über einen Fototransistor im Strahlengang des Reizprojektors verfügbar gemacht wurde. Bei der Darbietung des Instruktionsreizes nach dem optischen Reiz wurde die Reaktionszeit ab Beginn des Tones gemessen. Die Vp sprach ihr Reaktionswort in ein HI-FI-Mikrophon, dessen Signal in einem Schmitt-Trigger digitalisiert wurde und dann die elektronische Uhr stoppte.

Der Versuch fand in einem schwach beleuchteten, akustisch bedämpften und isolierten, fensterlosen Versuchsraum des Psychologischen Institutes der Universität Tübingen, Gebäude Friedrichstraße 21, statt.

Versuchsablauf

(1) Kontrollteil

Jede Vp nahm zuerst an zwei Kontrollblöcken teil. Sie hatte hierzu einmal 24 farbige Kontrollreize zu benennen (CN/CT), zum anderen 24 schwarz-weiße Kontrollreize zu lesen (R/CT). Sie wurde instruiert, so schnell wie möglich zu reagieren, dabei Fehler aber weitgehendst zu vermeiden. Dies sollte ihr dadurch erleichtert werden, daß sie durch Drücken einer Taste selbst das Erscheinen des nächsten Reizes auslösen konnte, sich also vor jeder Reizdarbietung erneut auf ihre Aufgabe konzentrieren konnte. Traten dennoch fehlerhafte RTs auf, wurden sie vom Vl (Versuchsleiter) eliminiert und ein gleichartiger Reiz in der Regel am Ende des Blocks nochmals dargeboten. Für jede Vp wurde eine von 6 R/CT- und CN/CT-Folgen nach Zufall ausgewählt. Die 6 X 4 = 24 Farben bzw. Farbworte innerhalb jeder Folge waren ebenfalls zufällig angeordnet mit der Einschränkung, daß nicht mehr als zwei gleiche Reize aufeinander folgen sollten. Vor jedem R/CT- und CN/CT-Block wurden 6 Übungsreize geboten, gefolgt von 4 weiteren Reizen, die ohne Wissen der Vp nicht gewertet wurden. Die eine Hälfte der 16 Vpn erhielt die *lange* Darbietungsweise (Reiz bleibt bis zum Beginn der Reaktion stehen), die andere Hälfte die *kurze* Darbietungsweise (Reizdauer 200 ms).

(2) Stroop-Teil

Die Vpn hatten die Aufgaben R/CT, R/CG, R/CF und CN/CT, CN/CG, CN/CF zu erfüllen. 8 Vpn erhielten die Reize in heterogenen Blöcken, 8 Vpn in homogenen Blöcken. Da die Darbietungsdauer (*kurz* oder *lang*) für jede Vp die gleiche

blieb wie im Kontrollteil, ergaben sich somit 4 Bedingungen, an denen jeweils 4 Vpn teilnahmen:

lange Darbietung - homogene Blöcke
lange Darbietung - heterogene Blöcke
kurze Darbietung - homogene Blöcke
kurze Darbietung - heterogene Blöcke

Für die Bedingung *homogene Blöcke* wurde den Vpn unter der Instruktion *Lesen* je eine Folge von 24 CT-, 24 CG- und 24 CF-Reizen dargeboten. Jede Folge wurde nach Zufall aus einer von 6 Zufallsfolgen ausgewählt, die genauso konstruiert waren wie die des Kontrollteils. Die Reihenfolge der Bedingungen R/CT, R/CG und R/CF war ebenfalls zufällig. Völlig analog wurde unter der Instruktion *Farbenbenennen* verfahren. In der Bedingung *heterogene Blöcke* erhielten die Vpn die 24 CT-, CG- und CF-Reize in einem Block bestehend aus 72 Einzeldarbietungen. Für jede Vp wurde unter der Instruktion *Lesen* und *Benennen* eine von 3 Folgen nach Zufall ausgewählt. Die Vpn begannen entweder mit *Lesen* oder mit *Benennen*. Die Reihenfolge war hierbei mit der des Kontrollteils so ausbalanciert, daß nach 4 Vpn jede mögliche Kombination einmal vorgekommen war. Wie im Kontrollteil gingen jedem Block 12 Übungsreize und 4 nicht ausgewertete Reize voran.

(3) Lernteil

Am Ende der ersten Sitzung lernten die Vpn die Zuordnung "hoher Ton = Farbenbenennen" und "tiefer Ton = Lesen". Der Ton konnte 2,0 s, 1,5 s, 1,0 s, 0,5 s und 0,2 s vor dem Stroop-Reiz, gleichzeitig mit ihm oder in entsprechendem Abstand nach ihm ertönen. Es wurden also 11 SOAs (aus engl. stimulus-onset asynchrony; dt.: Reizeinsatzasynchronie) verwendet: 5 negative (Instruktionsreiz vor dem Versuchsreiz), 5 positive (Instruktionsreiz nach dem Versuchsreiz) und die gleichzeitige Darbietung beider. Dementsprechend wurden 11 Zufallsfolgen von je 12 CF-Reizen gebildet. Jede dieser Folgen wurde (von Vp zu Vp wechselnd) mit einem bestimmten SOA zur Übung dargeboten. Das SOA blieb also innerhalb eines Blockes konstant.

(4) Hauptteil

Dieser unterschied sich vom Lernteil nur durch die größere Länge der verwendeten 11 Zufallsfolgen: sie bestanden aus 24 inkongruenten Reizen, es kam also jede der möglichen 12 Wort-Farbe-Kombinationen zweimal vor. Die Darbietungsdauer war für jede Vp gleich der in den vorangegangenen Teilen.

Eine Einzeldarbietung (engl. trial) lief wie folgt ab. Nachdem der Vl durch Tastendruck die Magazinposition des zu projizierenden Dias eingegeben hatte und nach der Reaktion der Vp auf das vorangegangene Dia drückte der Vl eine der beiden Tasten "Dia gewählt, vorangegangene Reaktion richtig" oder "Dia gewählt, vorangegangene Reaktion falsch" auf seinem Tisch. Dieser Tastendruck löste aus: 1.) den Ausdruck der vorangegangenen RT einschließlich einem Code für richtige/falsche Reaktion und für den Instruktionsreiz (Lesen/Farbenbenennen), 2.) die Auswahl des nächsten Dias, 3.) das Spannen des Verschlusses für die nächste Darbietung (nur bei den kurzen Darbietungen von 200 ms Dauer) und 4.) das Nullstellen der Uhr. Am Ende des Auswahlvorgangs, ca. 1 bis 2,5 s nach Tastendruck, zeigte eine grüne Lampe unterhalb der Projektionsfläche der Vp an, daß sie durch Druck auf die Taste, die sie ständig in der Hand hielt, die nächste Darbietung auslösen konnte. Genau 0,5 s nach Tastendruck erschien der erste Reiz, je nach Versuchsbedingung der Instruktionsreiz (Ton mit 300 ms Dauer), der Versuchsreiz (in Bedingung *kurz* mit 200 ms Dauer) oder beide zugleich (SOA = 0 ms). Der zweite Reiz wurde dann um das Zeitintervall SOA nach Beginn des ersten Reizes dargeboten. Die Reaktion der Vp stoppte die Uhr und ließ (nur in der Bedingung *lang*) den Versuchsreiz verschwinden. Nach der Eingabe der nächsten Reiznummer und der Beurteilung der Reaktion durch den Vl wiederholte sich der Vorgang. Seine Dauer läßt sich aus der Dauer seiner Abschnitte bestimmen: Auswahlzeit des Projektors (1 bis 2,5 s) plus Reak-

tionszeit der Vp auf das Freisignal (1 bis 3 s) plus 0,5 s plus SOA (0 bis 2,0 s) plus Reaktionszeit (0,5 bis 1,0 s) plus Beurteilungszeit des V1 (1 bis 4 s). Sie liegt also theoretisch zwischen 4 und 13 Sekunden. In der Praxis des Versuchs bildete sich eine näherungsweise konstante, von Vp und V1 als angenehm empfundene Taktzeit von etwa 10 s heraus.

(1) Ergebnisse des Kontrollteils

Die Daten des Kontrollteils wurden mit einer zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Meßwiederholung auf einem Faktor ausgewertet (Glaser 1978, Plan 6.12, S.238). Die Berechnung erfolgte wie in allen folgenden Experimenten auf der Basis der Einzelmittelwerte jeder Vp; die Gesamtmittelwerte sind in Tabelle 5 zusammengestellt.

	CN/CT	R/CT	CN-R
lange Darbietung	546,14	454,78	91,36
kurze Darbietung	532,18	419,35	112,83

Tab. 5.
Mittlere Reaktionszeit (ms) für das Lesen (R) und Benennen (CN) von Kontrollreizen und die Differenz zwischen Lesen und Benennen in Abhängigkeit von der Darbietungsdauer im Kontrollteil von Experiment 1.

Die Varianzanalyse ergab einen signifikanten Haupteffekt R/CN ($F = 171,58$; $df = 1,14$; $p < 0,01$). Der Haupteffekt *lang/kurz* ($F = 1,779$; $df = 1,14$) und die Wechselwirkung ($F = 1,897$; $df = 1,14$) waren nicht signifikant.

Da es bei Blockversuchsplänen mit Zellenbesetzung 1 eine Varianzschätzung innerhalb der Zellen nicht gibt, wurden als Prüfvarianzen im Nenner der drei F-Tests Wechselwirkungsvarianzen verwendet. Diese liefern aber nur dann eine einwandfreie Schätzung der Fehlervarianz, wenn für sie die Nullhypothese gilt. Auf die Überprüfung dieser Voraussetzung

mithilfe des Tukey-Tests wurde aber aufgrund des hohen Rechenaufwands verzichtet. Dies schien deshalb zulässig, weil eine signifikante Wechselwirkung eine Erniedrigung des F-Wertes zur Folge hat und demnach nicht die Gefahr besteht, aufgrund der Verletzung von Voraussetzungen zu viele signifikante Ergebnisse zu erhalten.
Bei dem gewählten Versuchsplan, bei dem jede Vp der Bedingung Lesen und Benennen unterzogen wurde, ist eine der wichtigsten Voraussetzungen der Varianzanalyse, die unabhängige Zufallsauswahl der Meßobjekte für jede Zelle, verletzt. Die Auswertung wird dadurch sehr empfindlich gegen heterogene Varianzen. Varianzenhomogenität läßt sich in diesem Fall mit dem Box-Test (Glaser 1978, S. 187) überprüfen. Dies war allerdings praktisch nicht möglich, da weder am Psychologischen Institut noch im Rechenzentrum der Universität Tübingen entsprechende Computerprogramme vorlagen. Da der Box-Test zu umfangreich ist, um ihn mit der Hand rechnen zu können, wurde das Risiko unkontrolliert erniedrigter Signifikanzniveaus in Kauf genommen, was bei dem hohen F-Wert des Faktors R/CN nicht allzu bedenklich erschien.

Interpretation

Die Daten zeigen den bekannten Unterschied zwischen Lesen und Benennen in der Größenordnung von 100 ms. Die kurze Darbietung führte zu einer leichten, nicht signifikanten Verkürzung der RT. Als Erklärung bietet sich das akustische Begleitsignal beim Verschwinden des Dias an, was eine zusätzliche aufmerksamkeitserhöhende Wirkung gehabt haben mag.

(2) Ergebnisse des Stroop-Teils

Die Daten wurden mit einer dreifaktoriellen Varianzanalyse mit Meßwiederholung auf den Faktoren R/CN und Reizbedingung (CT, CG, CF) ausgewertet (Glaser 1978, Plan 6.14, S. 243). Der dritte Faktor war die Darbietungsweise (*lang/homogen, lang/heterogen, kurz/homogen, kurz/heterogen*). Ein Tukey-

und ein Box-Test wurden aus den genannten Gründen wiederum nicht berechnet. Die Ergebnisse für das Lesen zeigt Abb. 9, die für das Farbenbenennen Abb. 10.

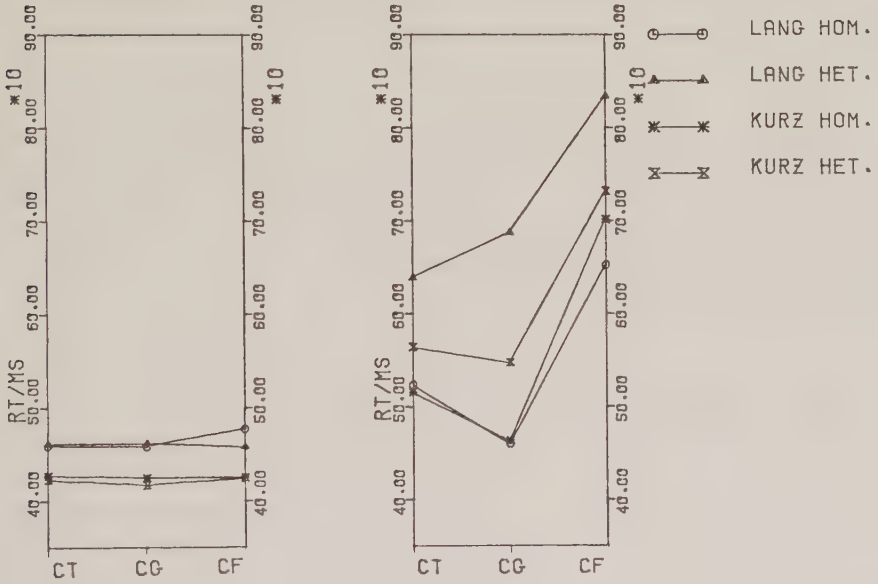


Abb. 9. Abb. 10.
Mittlere RT für Lesen (Abb. 9) und Farbenbenennen (Abb. 10) in Experiment 1 als Funktion von Reizbedingung (CT = Kontrolle, CG = Kongruenz, CF = Konflikt) und Darbietungsweise: *lang* = Darbietung des Reizes bis zum Beginn der Reaktion, *kurz* = Darbietung des Reizes 200 ms lang, *hom.* = homogene Blöcke, *het.* = heterogene Blöcke.

Der Haupteffekt R/CN war wiederum signifikant ($F = 139,98$; $df = 1,12$; $p < 0,01$), ebenso der Haupteffekt Reizbedingung ($F = 105,64$; $df = 2,24$; $p < 0,01$) und die Wechselwirkung beider Faktoren ($F = 87,65$; $df = 2,24$; $p < 0,01$). Der Effekt der Darbietungsweise war nicht signifikant ($F = 2,66$; $df = 3,12$), interagierte aber mit dem Faktor R/CN ($F = 7,46$; $df = 3,12$; $p < 0,01$). Alle übrigen Wechselwirkungen erreichten nicht die Signifikanzgrenze.

Interpretation

Die Interaktion zwischen R/CN und der Reizbedingung (CT, CG CF) ist der Ausdruck der bekannten Asymmetrie des Stroop-Konflikts. Die Interaktion der Darbietungsweise mit dem Faktor R/CN wird bei Betrachtung von Abb. 9 und Abb. 10 deutlich:

Beim L e s e n verlaufen die Funktionen für heterogene und homogene Blöcke praktisch gleich, was bei dem automatischen Charakter des Leseprozesses (s. S. 17 ff.) nicht überrascht. Die *kurze* Darbietung führte wiederum zu einer leichten Erniedrigung der Reaktionszeit um durchschnittlich 39,06 ms (im Kontrollteil: 35,43 ms).

Beim F a r b e n b e n e n n e n liegen die Reaktionszeiten für heterogene Blöcke, unabhängig von der Darbietungsdauer, generell über denen für homogene Blöcke. Eine Erhöhung des Stroop-Konflikts scheint damit allerdings in nennenswertem Maße nicht verbunden zu sein: die Differenz zwischen CN/CF und CN/CT beträgt 181,18 ms (*heterogen*) und 157,05 ms (*homogen*). Es eignen sich somit wohl beide Darbietungsweisen gleich gut zur Untersuchung des Stroop-Phänomens.

Interessant ist noch der Vergleich *heterogen/homogen* für CN/CG. Die Reaktionszeit für CN/CG (*homogen*) liegt für die lange und kurze Darbietungsdauer bei 461 ms und damit nur noch geringfügig über der Bedingung R/CT mit 441 ms. Da der Unterschied zwischen CN/CT und R/CT im Kontrollteil ca. 100 ms betrug, kann angenommen werden, daß die Vpn bei CN/CG (*homogen*) weitgehend die Farbworte gelesen haben. Innerhalb der heterogenen Bedingung sind die Ergebnisse für CN/CG unterschiedlich: eine Erschwerung gegenüber CN/CT um 48,37 ms (*lang*) und eine Erleichterung um 16,59 ms (*kurz*). Wenn man so will, wurden in dieser Bedingung die in der Literatur berichteten widersprüchlichen Ergebnisse bei Verwendung kongruenter Reize repliziert.

Die Variable Darbietungsdauer führte beim Farbenbenennen zu einem merkwürdigen Ergebnis, das schwer erklärbar erscheint: nur das Farbenbenennen in heterogenen Blöcken zeigte eine deutliche Erleichterung bei kurzer Darbietung der Reize um durchschnittlich 105,14 ms, die homogenen Blöcke blieben praktisch unbeeinflußt.
Die Höhe des Stroop-Konflikts andererseits veränderte sich innerhalb der heterogenen Bedingung kaum: 194,89 ms (*lang*) und 164,47 ms (*kurz*). Dieses Ergebnis steht im übrigen in Einklang mit einem unveröffentlichten Erkundungsexperiment, in dem der Stroop-Konflikt sogar bis zu einer Darbietungsdauer von 5 ms praktisch unverändert blieb. Daraus kann die Konsequenz gezogen werden, daß die Darbietungsdauer in einem Stroop-Experiment eine untergeordnete Rolle spielen dürfte. Solange der Reiz soweit überschwellig geboten wird, daß beide Reizdimensionen eindeutig identifiziert werden können, tritt der Konflikt in der üblichen Höhe auf, gleichgültig ob die visuelle Information durch eine lange Darbietung des Reizes bis zur Reaktion erhalten bleibt oder nur noch aus dem ikonischen Gedächtnis abgerufen werden kann. Wahrscheinlich hätte allerdings die Darbietungsdauer dann einen Einfluß auf die Höhe des Stroop-Konflikts, wenn auf das Verschwinden des Reizes ein Maskierreiz folgen würde, der die ikonische Speicherung überschreibt.

(3) Ergebnisse des Hauptteils

Die Ergebnisse des Hauptteils (der Lernteil wurde nicht berücksichtigt) wurden wieder mit einer dreifaktoriellen Varianzanalyse mit Meßwiederholung auf den Faktoren R/CN und SOA (11 Stufen, von SOA -2,0 s bis SOA +2,0 s) ausgewertet. Der dritte Faktor war die Darbietungsdauer (Glaser 1978, Plan 6.14, S. 243).

Der Haupteffekt Darbietungsdauer war nicht signifikant ($F = 1,16$; $df = 1,14$) und zeigte weder mit SOA ($F = 1,40$; $df = 10,140$) noch mit R/CN ($F = 0,17$; $df = 1,14$) eine signi-

fikante Wechselwirkung. Die Haupteffekte R/CN ($F = 271,87$; $df = 1,14$; $p < 0,01$) und SOA ($F = 20,31$; $df = 10,140$; $p < 0,01$) und deren Wechselwirkung ($F = 13,63$; $df = 10,140$; $p < 0,01$) waren signifikant. Die dreifache Wechselwirkung war nicht signifikant ($F = 0,40$; $df = 10,140$).
Abb. 11 zeigt die Daten getrennt für alle drei Faktoren, in Abb. 12 sind die Werte für *kurz/lang* zusammengefaßt.
Auf Abb. 12 wird wegen der besseren Übersichtlichkeit bei der nachfolgenden Interpretation Bezug genommen.

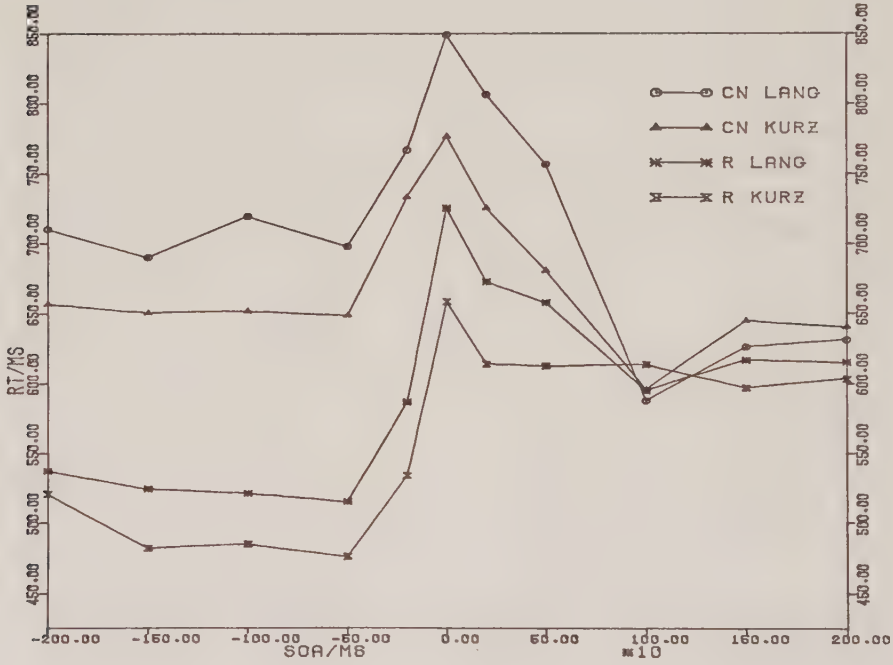


Abb. 11.
Mittlere RT für Lesen (R) und Benennen (CN) in Experiment 1 als Funktion des SOA zwischen Instruktionsreiz und Stroop-Reiz. Parameter: Darbietungsdauer (*lang* = Darbietung des Stroop-Reizes bis zum Beginn der Reaktion, *kurz* = Darbietung des Stroop-Reizes 200 ms lang).

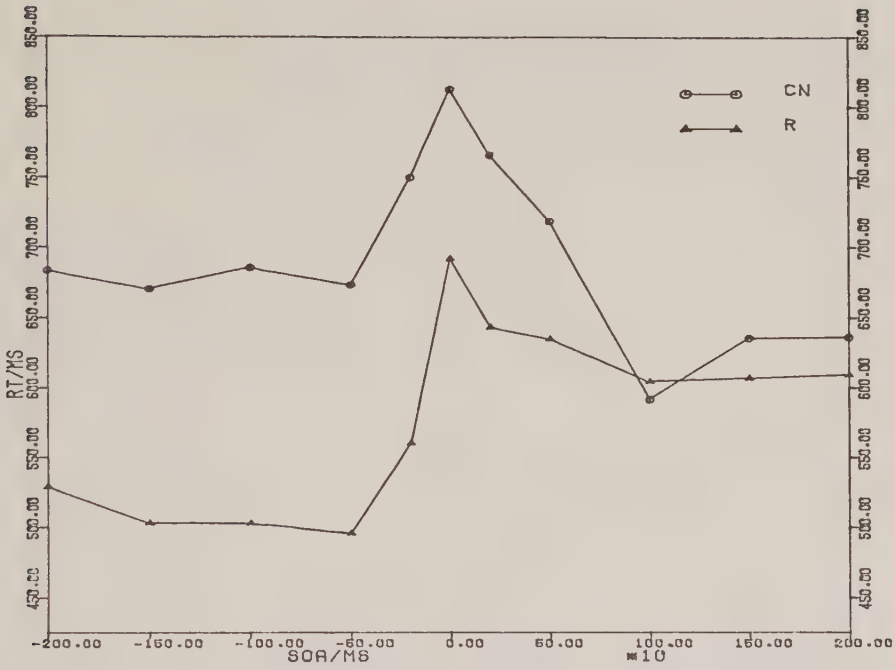


Abb. 12.
Mittlere RT für Lesen (R) und Benennen (CN) in Experiment 1 als Funktion des SOA zwischen Instruktionsreiz und Stroop-Reiz.

Interpretation

Beim längsten SOA von -2,0 s ist wie erwartet die Zeit für das Farbenbenennen praktisch gleich der Zeit für CN/CF im Stroop-Teil: 683,28 ms gegenüber 676,38 ms (berechnet als Mittelwert aus den Bedingungen *lang/homogen* und *kurz/homogen*). Die Vp hat also offensichtlich genügend Zeit, den Ton zu verarbeiten, bevor der Stroop-Reiz erscheint, der dann zu einem Konflikt in der üblichen Höhe führt.

Erstaunlicherweise liegt aber die Lesereaktionszeit bei SOA -2,0 s, für die keinerlei Verlängerung erwartet wurde, 86,29 ms über der Zeit für R/CT im Kontrollteil (wieder berechnet als Mittelwert aus den Bedingungen *lang/homogen*

und *kurz/homogen*). Auf den zweiten Blick erscheint es jedoch nicht gar so verwunderlich, daß gerade ein automatischer Prozeß wie das Lesen durch eine gezielte Instruktion gestört wird. Man denke nur an die Erfahrung beim Turnunterricht, daß ein bewußtes Beachten der Beinbewegungen ein normales Gehen beinahe unmöglich macht.

Ab SOA -0,5 s ist offensichtlich der Abstand zwischen Ton und Stroop-Reiz so gering, daß es zu zunehmender Überschneidung der beiden Verarbeitungsprozesse kommt. Dementsprechend steigen beide Kurvenverläufe steil an und erreichen bei SOA 0 s ihr Maximum.

Beginnend mit den positiven SOAs verringert sich der bis dahin annähernd konstante Abstand zwischen beiden Funktionen und die CN/CF- und die R/CF-Zeiten werden kürzer. Bei SOA +1,0 s sind beide Reaktionszeiten annähernd gleich, R/CF ist sogar noch um 12,5 ms langsamer als CN/CF. Dieses Ergebnis spricht für die Hypothese der Bereitstellung zweier Antworten. Bei SOA +1,0 s hat die Vp hierfür offensichtlich genügend Zeit, nach Verarbeitung des Tones braucht nur noch die Lese- oder Benennantwort für die motorische Artikulation ausgewählt zu werden. Unabhängig von der Tatsache der Gleichheit beider Reaktionszeiten ist auch deren Höhe mit dieser Hypothese in Einklang: bei SOA +1,0 s liegen die Reaktionszeiten deutlich unter der CN/CF-Zeit bei den langen negativen SOAs, es tritt alo kein Stroop-Konflikt mehr auf, andererseits liegen sie deutlich über der R/CF-Zeit bei den langen negativen SOAs, was mit dem Zeitverbrauch für die Verarbeitung des Tones und für die Antwortauswahl erklärbar ist. Das N i v e a u beider Reaktionszeiten wäre allerdings auch noch mit der Hypothese vereinbar, daß die Vp erst nach dem Ton mit der Verarbeitung des Stroop-Reizes beginnt, nicht aber die G l e i c h h e i t beider Reaktionszeiten. Diese stellt ein starkes Argument für die Hypothese der Bereitstellung zweier Antworten dar.

Interessant ist weiterhin, daß die Lesereaktionszeit ab SOA +1,0 s konstant bleibt, während die Benennreaktionszeit wieder leicht ansteigt. Es scheint, als ob die Vpn mit zunehmendem Zeitabstand zum Instruktionsreiz wieder für eine Störung durch das Wort anfällig würden.

Eine gewisse Bestätigung des bisher Gesagten ergibt sich auch bei Betrachtung der Häufigkeitsverteilungen der Reaktionszeiten über alle Vpn hinweg für die einzelnen SOAs. Beispielhaft seien nur die Verteilung bei SOA -2,0 s (Abb. 13) und bei dem interessanten SOA +1,0 s (Abb. 14) herausgegriffen: in Abb. 13

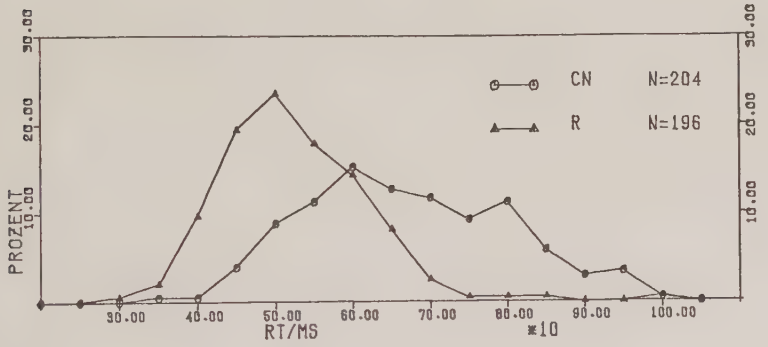


Abb. 13.

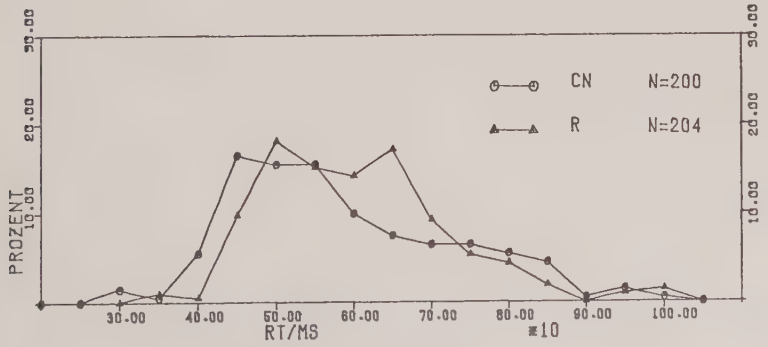


Abb. 14.
Relative Häufigkeit der Einzelreaktionszeiten für Lesen (R) und Benennen (CN) von Stroop-Reizen bei SOA -2,0 s (Abb. 13) und SOA +1,0 s (Abb. 14) in Experiment 1.

unterscheiden sich die Lese- und Benennverteilung nicht nur in ihrer Lage auf der Abszisse, was ja schon in den unterschiedlichen Mittelwerten zum Ausdruck kommt, sondern auch in ihrer Form. Bei SOA +1,0 s sind Lage und Form praktisch nicht unterscheidbar.

Erwähnt sei noch, daß sich bei Schulz (1978) ein Hinweis auf ein unveröffentlichtes ähnliches Experiment findet, in dem allerdings nur positive SOAs und nur der Bereich von 0,1 bis 0,4 s verwendet wurden. Schulz geht ebenfalls davon aus, daß die Vp beide Antworten vorbereitet und sie so lange unterdrückt, bis der Ton anzeigt, welche von beiden ausgesprochen werden darf. Dieses Unterdrücken einer Antwort ist aber nach Schulz charakteristisch für die Schwierigkeit des Farbenbenennens in der normalen Stroop-Situation. Da von dieser Schwierigkeit im Experiment jetzt auch das Lesen betroffen ist, sollte es zu einem Anstieg der Lesereaktionszeit mit wachsendem positiven SOA und zu einer Verringerung der Benennreaktionszeit kommen. Schulz (1978) schließt demnach aus der Bereitstellung zweier Antworten auf eine Erschwerung, nicht auf eine Erleichterung der Aufgabe. Seine Daten scheinen eine Bestätigung seiner Hypothese zu liefern: er berichtet von einem Absinken der Interferenz für das Farbenbenennen bei SOA +0,4 s und einem entsprechenden Anstieg der Interferenz für das Lesen. Dies stellt ein dem Experiment 1 klar widersprechendes Ergebnis dar. Leider sind die genauen Daten des Experiments von Schulz nicht zugänglich; ohne sie ist aber ein zuverlässiger Vergleich nicht möglich. Ein Unterschied zu Experiment 1 ist sicher, daß Schulz die in der Literatur nicht übliche Differenz zwischen CN/CF und CN/CG bzw. R/CF und R/CG als Interferenzmaß verwendet hat. Es wäre somit durchaus denkbar, daß sich bei den positiven SOAs eine Erhöhung der R/CF-R/CG-Differenz aufgrund einer Erleichterung der R/CG-Bedingung findet. Diese Annahme kann allerdings mit den Daten von Experiment 1 nicht überprüft werden, da im Hauptteil keine kongruenten Reize verwendet wurden.

2.1.1 Experiment 2 bis 6: die Standardkontrollbedingung

In jedem der nachfolgend referierten Experimente wurden, wie im Kontrollteil von Experiment 1, die Bedingungen R/CT und CN/CT zu Beginn jeder Sitzung dargeboten. Die dabei gemessenen Reaktionszeiten dienten zum einen als Bezugsgröße für die Höhe des Stroop-Konflikts innerhalb jedes Experiments, zum anderen der Überprüfung der Vergleichbarkeit der einzelnen Experimente untereinander. Das Ziel war natürlich ein möglichst geringer Unterschied zwischen den verschiedenen Versuchspersonenstichproben in den beiden Kontrollbedingungen.

Ein weiterer Grund, warum die Bedingungen R/CT und CN/CT im voraus zusammenfassend referiert werden, liegt in der Möglichkeit, aus allen Experimenten zusammen die Differenz zwischen Lesen und Benennen zu bestimmen. Glaser & Dolt (1977), in deren Modell zum Stroop-Konflikt der Verarbeitungszeitunterschied zwischen Lesen und Benennen eine wichtige Rolle spielt, berichten eine Differenz von 200 ms. Obwohl sie hierin eine Bestätigung der Überlegungen von Seymour (1973a) sehen, der für zusätzliche Übersetzungsschritte, wie sie Glaser & Dolt für das Benennen im Gegensatz zum Lesen annehmen, einen Zeitbedarf von 200 ms angibt, scheint diese Differenz im Lichte anderer Arbeiten (z. B. Morin, Konick, Troxell & McPherson 1965) zu hoch. Da Glaser & Dolts Daten auf nur 8 Vpn beruhen, schien es sinnvoll, mithilfe der großen Versuchspersonenstichprobe, die alle Experimente zusammengenommen darstellen, eine zuverlässigere Schätzung der Differenz zu gewinnen.

Methode

Das Vorgehen war jeweils völlig analog dem Kontrollteil von Experiment 1 mit langer Darbietungsdauer.

Ergebnisse

Die Mittelwerte für R/CT und CN/CT jedes der 5 folgenden Experimente wurden mithilfe einer zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Meßwiederholung auf dem Faktor R/CN ausgewertet (Glaser 1978, Plan 6.12, S. 238). Der zweite Faktor, *Versuchsnummer*, hat 9 Stufen, da 4 der 5 Experimente aus jeweils zwei unabhängigen Teilversuchen bestanden und somit auch je zwei Werte für R/CT und CN/CT lieferten. Bestand ein Teilversuch aus zwei Sitzungen für jede Vp (Experiment 2 und 3), so wurden zu Beginn jeder Sitzung die beiden Kontrollbedingungen dargeboten. Aus Gründen der Vergleichbarkeit wurden aber nur die Daten der ersten Sitzung in die Varianzanalyse aufgenommen.

Der Haupteffekt R/CN war signifikant ($F = 311{,}68$; $df = 1{,}63$; $p < 0{,}01$), der Haupteffekt *Versuchsnummer* dagegen war nicht signifikant ($F = 0{,}93$; $df = 8{,}63$), ebensowenig die Wechselwirkung zwischen beiden Faktoren ($F = 1{,}88$; $df = 8{,}63$). Die Verteilung der Mittelwerte von R/CT und CN/CT über die verschiedenen Versuche hinweg zeigt Abb. 15.

Interpretation

Die Reaktionszeiten für R/CT und CN/CT verlaufen zwar nicht völlig parallel zur Abszisse, sondern fallen mit steigender Versuchsnummer etwas ab, es zeigen sich auch noch einige Schwankungen zwischen den einzeln Versuchen, dennoch aber erscheint die Vergleichbarkeit der Experimente untereinander im wesentlichen erreicht zu sein.
Der Unterschied im Gesamtmittelwert zwischen R/CT (423,24 ms) und CN/CT (493,15 ms) beträgt 69,91 ms. Diese Differenz liegt deutlich unter den 200 ms von Glaser & Dolt (1977), zeigt aber eine recht gute Übereinstimmung mit den in der Literatur referierten Ergebnissen, wo bei Verwendung von vier Farben und vier Farbworten Unterschiede von minimal 22 ms (Gholson & Hohle 1968a), bis zu 80 ms

(Schiller 1966), 100 ms (Morin, Konick, Troxell & McPherson 1965) und 96 und 120 ms (Schulz 1978) berichtet werden.

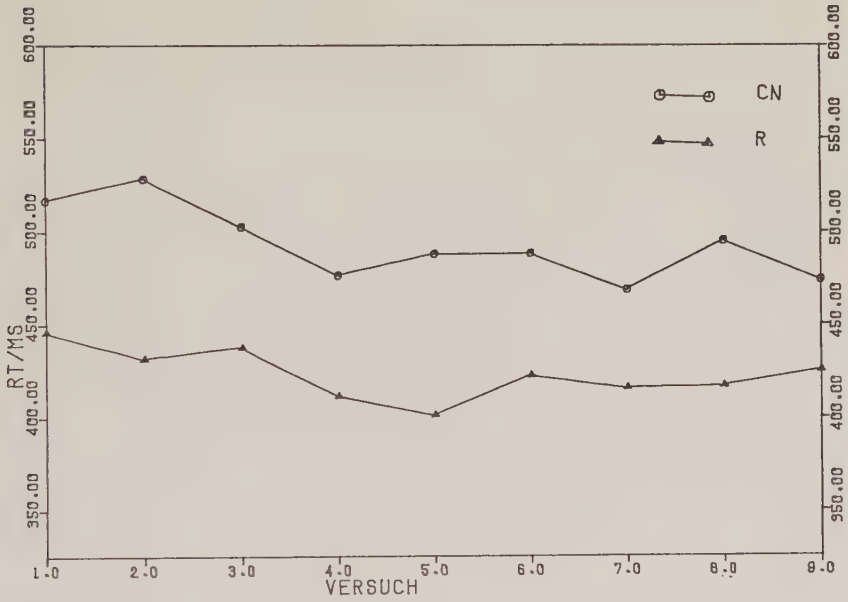


Abb. 15.
Mittlere RT für Lesen (R) und Benennen (CN) von Kontrollreizen in Experiment 2 bis 6: die Standardkontrollbedingung. Da die Experimente 2 bis 5 aus zwei unabhängigen Teilversuchen bestanden, ergeben sich 9 Abszissenpunkte. Die Versuchsnummern 1, 3, 5, 7 kennzeichnen die Gruppe *Farbenbenennen*, die Versuchsnummern 2, 4, 6, 8 die Gruppe *Lesen* in Experiment 2, 3, 5. Versuchsnummer 9 gibt die Kontrollzeiten des Experiments 6 wieder.

2.2 Experiment 2: Lesen und Benennen von Stroop-Reizen in Abhängigkeit von der Reizeinsatzasynchronie (SOA) im Doppelstimulationsparadigma

Bei der Besprechung des Laufzeitmodells von Glaser & Dolt (S. 22 ff.) wurde zu zu dessen Überprüfung gefordert, die Wort- und Farbkomponente von Stroop-Reizen zeitlich getrennt darzubieten, um damit die Laufzeiten von irrelevantem und relevantem Signal experimentell zu manipulieren. Interessant ist hierbei vor allem die Vorexposition der Farbe unter der Instruktion, das nachfolgende Wort zu lesen. Wird der Zeitabstand so gewählt, daß die Antwort auf die Farbe früher am Gatter eintrifft als die Antwort auf das Wort, sollte es auch beim Lesen zu einem Stroop-Konflikt kommen. Wie erwähnt, war aber gerade diese Bedingung für Glaser & Dolt (1977) technisch nicht realisierbar, weshalb sie zur Überprüfung ihres Modells auf ein Übersetzungsexperiment auswichen. Experiment 2 dient somit der auf S. 28 geforderten vollständigen Kreuzung der Faktoren *Vorexposition des Wortes/der Farbe* und *Lesen/Farbenbenennen*.

Zur Erinnerung seien die Hypothesen, die sich für dieses Experiment aus dem Laufzeitmodell von Glaser & Dolt ergeben, nochmals erwähnt:

(1) Wird der irrelevante Reiz, gleich ob Wort oder Farbe, in genügend großem Zeitabstand vor dem relevanten dargeboten, so tritt sowohl unter Lese- als auch unter Benenninstruktion kein Konflikt auf, da ausreichend Zeit vorhanden ist, die Und-Gatter zur Verhinderung einer falschen Antwort zu schließen und bis zum Eintreffen des relevanten Signals wieder zu öffnen. Dies dürfte sicherlich bei einem Zeitabstand von 400 ms der Fall sein.

(2) Verkürzt sich der Zeitabstand zwischen irrelevantem und relevantem Reiz, so bleibt zunehmend weniger Zeit zum Schließen und Wiederöffnen der Und-Gatter, es kommt zu der

für den Stroop-Konflikt charakteristischen Zeitverlängerung, die ihr Maximum bei gleichzeitigem Eintreffen beider Signale am Gatter erreicht. Dieses dürfte allerdings aufgrund der unterschiedlichen Verarbeitungsgeschwindigkeit von Wort und Farbe für Lesen und Benennen bei verschiedenen SOAs liegen: unter Leseinstruktion bei einer Präexposition der Farbe um ca. 100 ms, was einer "Beschleunigung" der Farbverarbeitung entspricht, unter Benenninstruktion bei einer Postexposition des Wortes um ca. 100 ms, was einer "Verlangsamung" der Wortverarbeitung entspricht.

(3) Nach diesem Maximum des Konflikts bei gleichzeitigem Eintreffen beider Signale am Gatter kommt es mit zunehmender zeitlicher Verzögerung des irrelevanten gegenüber dem relevantem Reiz zu einem steilen Abfall der Störung. Schon ein geringer zeitlicher Vorsprung des relevanten Signals genügt, um die Und-Gatter präparatorisch öffnen und die richtige Antwort auslösen zu können.

Methode

Personen

Die Vpn waren 16 Psychologiestudenten (9 weibliche, 7 männliche) im Alter von 20 bis 36 Jahren, die eine bestimmte Zahl von Versuchspersonenstunden abzuleisten hatten. Die Experimente fanden vom 29.5.1978 bis zum 15.6.1978 statt. Jede Vp nahm an zwei Sitzungen, im Abstand von 2 bis 7 Tagen, teil. Die durchschnittliche Dauer der ersten Sitzung betrug 43 Minuten, die der zweiten 39 Minuten. Wie immer wurden die Vpn zu Beginn des Versuchs nach ihrer Farb- und Sehtüchtigkeit befragt.

Material

Für die veränderte Darbietungstechnik dieses (und der folgenden) Experimente wurde das gesamte Reizmaterial neu angefertigt. Da die bisher verwendete Type Letraset R41/9,5 mm nicht mehr lieferbar war, wurden die vier Farbwörter *ROT*, *GELB*, *GRUN* und *BLAU* jetzt in schwarzen Großbuchstaben Letraset Helvetica extra bold 10,0 mm, einer ebenfalls fetten und sachlichen Type mit senkrechten Buchstabenachsen, auf je eine weiße Karteikarte geklebt. Auch in dieser Type hat der Großbuchstabe "I" exakt die Form eines Rechtecks (3,5X10,0 mm); für die Kontrollreize CN/CT wurden deshalb wiederum sieben "I" zu einem "Wort" zusammengesetzt. Von diesen Vorlagen wurden wie in Experiment 1 extrem harte Schwarz-weiß-Negative 24X36 mm mit weißer Schrift auf schwarzem Grund hergestellt, die jetzt ohne Farbfolien in 5X5cm-Rähmchen mit Deckgläsern gefaßt wurden. Mit diesen Dias wurde nur die W o r t komponente der Reize projiziert.

Die F a r b komponente wurde wie folgt erzeugt. Ein schwarzes Rechteck, das um zwei Strichstärken höher war als die Worthöhe und um zwei Strichstärken länger als die Wortlänge, wurde in gleicher Weise wie die Wortvorlagen fotografiert. Jedes dieser Negative wurde mit einer klaren, intensiv *rot*, *gelb*, *grün* oder *blau* gefärbten Azetatfolie zusammen geglast. Für die "Farb"-komponente der farbfreien Kontrollbedingung R/CT wurde zusammen mit diesem Negativ ein Stück Schwarzweißfilm gerahmt, das zu gleichmäßiger, mittlerer Schwärzung entwickelt war. Bei der Projektion eines solchen Farbkomponentendias wurde ein liegendes, farbiges Rechteck mit hoher Intensität und Sättigung sichtbar, das etwas größer war, als der Umriß des Farbwortes auf dem Wortkomponentendia. Beim Farbkomponentendia R/CT war dieses Rechteck natürlich grau mit einer Intensität, die der Durchschnittsintensität der farbigen Farbkomponentendias entsprach.

Die Stroop- und Kontrollreize entstanden nun dadurch, daß von zwei Projektoren, deren Projektionsfelder kongruent eingestellt waren, je ein Farbkomponenten- und ein Wortkomponentendia übereinanderprojiziert wurden. Die Intensitäten und Abmessungen waren so gewählt, daß das Wort dabei intensiv weiß auf einem etwas dunkleren, mit hoher Farbsättigung leuchtenden (bzw. in Bedingung R/CT grauen) Hintergrundfeld, das etwas größer war als der Wortumriß, erschien. Im Weiß der Buchstaben war keine Beimengung der Hintergrundfarbe mehr wahrnehmbar. Während in der üblichen Stroop-Darbietung die Buchstaben selbst eingefärbt auf einem farbneutralen Hintergrund stehen, waren jetzt die Buchstaben farbneutral auf einem farbigen Hintergrund innerhalb eines grauen Umfelds zu sehen. In der Leseaufgabe war das Wort zu lesen, in der Farbnennaufgabe die Farbe des H i n t e r g r u n d e s zu benennen. F i g u r a l unterschied sich ein solcher Reiz nicht von einem üblichen Stroop-Reiz. Außer dem äußeren Rand des Farbfeldes waren die Umrisse der Buchstaben die einzigen vorhandenen Konturen, die sich von den Konturen im üblichen Stroop-Reiz nicht unterschieden. Stroop-Reize dieser Art dürften eine kaum geringere Integralität im Sinne von Garner (1970) haben, als die herkömmlichen, auf farbneutralem Hintergund farbig dargebotenen Farbwörter. Bestätigt wird dies durch die Arbeit von Kamlet & Egeth (1970), die bei einem Vergleich beider Darbietungsarten keinen Unterschied in der Höhe des Stroop-Konflikts fanden. Für Experiment 2 bis 6 war jedoch entscheidend, daß mit Reizen dieser Art die Wort- und die Farbkomponente entweder gleichzeitig oder mit beliebigem Zeitintervall, und zwar ohne Rücksicht darauf, ob das Wort der Farbe vorangehen soll oder umgekehrt, dargeboten werden können. Erst dieses Reizmaterial erlaubt die Kreuzung der Faktoren *Vorexposition des Wortes/der Farbe* und *Lesen/Farbenbenennen*.

Die bisher in der Literatur beschriebenen Reize sind dafür nicht geeignet; Dyer (1971a) verwendete aus einem weißen Karton ausgeschnittene Wörter, die schwarz auf weiß erschienen, wenn die Karte in einem Spiegeltachistoskop nur von

vorn beleuchtet wurde. Durch zusätzliche Beleuchtung einer Farbkarte hinter der Wortkarte ließ sich das Wort einfärben. Eine Präexposition der Farbe ist mit dieser Methode jedoch nicht möglich. Trennt man andererseits die beiden Komponenten räumlich (etwa farbiger Balken über oder unter dem farbneutralen Wort (Neumann 1980)), geht die Integralität der Reize verloren, sodaß der zu untersuchende Stroop-Effekt selbst stark zurückgeht. Werden solcherart räumlich getrennte Komponenten dann noch zeitlich getrennt, bedeutet der Beginn der Farbkomponente eine figurale Änderung des optischen Reizes, die dem Maskierungsparadigma entspricht. Daß dieser Maskierungseffekt ein Ausmaß annimmt, das das Stroop-Experiment unbrauchbar macht, wie Neumann (1980, S. 26) behauptet, scheint mir allerdings weniger wahrscheinlich und einer empirischen Überprüfung bedürftig. Maskierungseffekte werden in erster Linie zwischen schwellennahen Reizen beobachtet und wirken eher als Schwellenerhöhung, denn als Reaktionszeitverlängerung (Fehrer & Raab 1962). Zudem wäre ein solcher Effekt, da er sich auf Versuchs- und Kontrollbedingungen in gleicher Weise auswirken müßte, für jede SOA-Bedingung konstant und insofern nur mit den allgemeinen SOA-Effekten konfundiert, aus den spezifischen, also Stroop-Effekten, jedoch eliminiert. Wesentlicher scheint mir gegen Reize mit räumlich getrennten Komponenten für das vorliegende Untersuchungsziel zu sprechen, daß schon eine relativ geringe räumliche Nichtintegralität der Reize die Wirkung der zeitlichen Komponententrennung eines integralen Reizes so verstärkt, daß kein Stroop-Effekt mehr entsteht.

Gerätetechnik

Für die Reizdarbietung stand ein Projektor Kodak Carousel S-RA 2000 mit Zufallszugriff zur Verfügung. Er wurde für die Darbietung der Farbkomponente benutzt. Zur Verkürzung der Diaauswahlzeit enthielt das Magazin 8 Sätze der 5 Farbkomponenten (einschließlich grau), die in jeder Dekade die Positionen 1 bis 5 einnahmen. Wegen der Laufgeräusche bei der Diaauswahl enthielten die restlichen 40 Schlitze, die Positionen 6 bis 0 jeder Dekade, nicht verwendete Dias. Wieder wurde jedes Dia aus dem Satz gewählt, der dem Satz seines Vorgängers in Laufrichtung des Magazins folgte.

Die Wortkomponenten wurden mit einem in den optischen Teilen gleichen Projektor Kodak Carousel S-AV 2000 dargeboten. Die in einem Versuchsdurchgang benötigten Dias wurden vom Vl vor jeder Sitzung in der festgelegten Reihenfolge ins Magazin ein-

gesetzt, da dieser Projektor nur den sequentiellen Abruf der Dias erlaubt. Ein dritter Projektor, ebenfalls vom Typ Kodak S-AV 2000, projizierte einen ständigen grauen Hintergrund in der gleichen Weise und mit der gleichen Funktion wie in Experiment 1.

Der übrige Versuchsaufbau glich demjenigen von Experiment 1, wobei die Teile für die Darbietung eines akustischen Reizes entfielen und einige physikalische Parameter etwas veränderte Werte annahmen. Die Vp saß mit 1,9 m Abstand vor der weißen Auf-Projektionswand auf der Mittellinie Projektoren-Bildwand. Die drei Projektoren mit 100mm-Optik standen auf einem Projektionstisch hinter der Vp. Die Objektivmitten der beiden Reizprojektoren waren 1575 mm über dem Boden, die des Hintergrundprojektors 1370 mm. Das 24X36mm-Filmfeld wurde mit 640X970 mm abgebildet. Die Mitte des Bildfeldes war 1610 mm über dem Boden, womit die Projektionsachse nur 43' von der Waagerechten abwich. Die Augen der Vp waren im Durchschnitt 1260 mm über dem Boden, womit eine Störung des Strahlenganges durch den Kopf der Vp gerade vermieden wurde. Die Achse vom Auge der Vp zur Bildmitte war dabei um 10^{o} gegen die Waagerechte geneigt.

Das Farbfeld des Farbkomponentendias war in der Projektion 875 mm breit ($25^{o}56'$) und 315 mm hoch ($9^{o}28'$). Die Projektion des Wortkomponentendias ergab eine Worthöhe von 160 mm ($4^{o}49'$) und die Wortbreiten *ROT* = 550 mm ($16^{o}28'$), *GELB* = 720 mm ($21^{o}27'$), *GRUN* = 770 mm ($22^{o}54'$) und *BLAU* = 715 mm ($21^{o}18'$). Die Buchstabenstärke betrug 60 mm ($1^{o}48'$). Die folgenden Beleuchtungsstärken (Einstrahlung in die Bildwand) wurden bei der Übereinanderprojektion von Hintergrund, Farb- und Wortkomponenten gemessen:

	Beleuchtungsstärke (lx)		
Farbfeld	Wort	Farbfeld	Hintergrund außerhalb Farbfeld
grau	550	70	17,5
rot	550	140	22
gelb	700	248	35
grün	700	55	17,5
blau	550	70	17,5

Da einiger Anlaß bestand, dem einzigen am Institut vorhandenen Meßgerät für Beleuchtungsstärken, einem älteren "Dr. Lange Standard-Luxmeter" zu mißtrauen, wurde für die Messung ein "Lunasix"-Belichtungsmesser der Firma Gossen verwendet, der logarithmische "Lichtwerte" liefert, die in lx-Einheiten umgerechnet wurden.

Die Geräte für die Steuerung der Reizexposition und des Versuchsablaufes im Ganzen, für die Reaktionsaufnahme sowie die Zeitmessung und -registrierung und ihre Funktionen waren die gleichen wie in Experiment 1.

Versuchsablauf

(1) Kontrollteil

Zu Beginn jeder Sitzung wurden den Vpn zwei Kontrollblöcke, bestehend aus 24 R/CT- und 24 CN/CT-Reizen, dargeboten. Jede der vier möglichen Reihenfolgen von Lesen und Benennen in der ersten und zweiten Sitzung kamen bei allen 16 Vpn gleich häufig vor. Für R/CT und CN/CT wurden je zwei Zufallsfolgen konstruiert, die jeder Vp nach Zufall ohne Zurücklegen zugeordnet wurden. Die Art der Konstruktion der Folgen, die Zahl der Übungsreize und die Instruktion für die Vp waren dieselben wie im Kontrollteil von Experiment 1.

(2) Hauptteil

Im Hauptteil wurden Wort- und Farbkomponente getrennt dargeboten. Der irrelevante Reiz konnte hierbei 400, 300, 200 und 100 ms vor dem relevanten erscheinen (negative SOAs), er konnte gleichzeitig mit ihm oder in entsprechenden Abständen nach ihm (positive SOAs) erscheinen. Da das SOA pro Block konstant gehalten wurde, wurden jeder Vp im Ganzen 9 Blöcke dargeboten (4 in der ersten und 5 in der zweiten Sitzung), wobei die Aufeinanderfolge der SOAs nach Zufall ausgewählt wurde.
Am Teilversuch *Lesen* (relevanter Reiz = Wort, irrelevanter Reiz = Farbe) nahmen 8 Vpn teil, ebenso am Teilversuch *Farbenbenennen* (irrelevanter Reiz = Wort, relevanter Reiz = Farbe). Für die beiden unabhängigen Teilversuche wurden je zwei Zufallsfolgen, bestehend aus 24 CF-, 8 CT- und 16 CG-Reizen nach den bereits geschilderten Prinzipien konstruiert.
Jedes der 9 SOAs wurde nach Zufall mit einer der zwei Folgen dargeboten, wobei allerdings die Einschränkung bestand, daß von den 8 Vpn jedes Teilversuchs 4 Vpn 4 Blöcke bestehend aus der ersten Folge und 5 Blöcke bestehend aus der zweiten Folge erhielten. Bei den restlichen 4 Vpn war es umgekehrt.

Die Reizdarbietung wurde wie in Experiment 1 von der Vp durch Tastendruck ausgelöst, nachdem ein optisches "Frei"-Signal angezeigt hatte, daß der folgende Reiz projektionsbereit war. Genau 500 ms nach Tastendruck erschien die erste Reizkomponente, die bis 200 ms nach der Reaktion stehenblieb. Um das SOA später erschien die zweite Reizkomponente, die dann gleichzeitig mit der ersten verschwand. Die Reaktionszeit wurde stets ab Beginn der relevanten Reizkomponente gemessen. In der Bedingung *Lesen* mit Präexposition des Wortes konnte die Antwort beim längsten SOA manchmal vor Erscheinen der irrelevanten Farbkomponente gegeben werden. Auch dann wurde die irrelevante Komponente noch dargeboten;

da sie, wie immmer, bis 200 ms nach der Reaktion sichtbar blieb, konnte ihre Expositionsdauer im Grenzfall auf ca. 100 ms absinken.

Der Vl hatte nach der Reaktion durch Druck einer der beiden Tasten "Dia gewählt, vorangegangene Reaktion falsch" oder "... richtig" dem Steuersystem mitzuteilen, daß er seine Funktionen vor der nächsten Darbietung erfüllt hatte. Der Tastendruck löste aus:
den Ausdruck der vorangegangenen RT einschließlich der Kennung für richtige/falsche Reaktion,
die Auswahl des nächsten Farbkomponentendias im S-RA-Projektor,
die Einstellung des nächsten Wortkomponentendias in den Strahlengang des S-AV-Projektors und
das Nullstellen der Uhr.
Etwa 1 bis 2 s nach dem Tastendruck des Vl zeigte die Signallampe der Vp an, daß sie die nächste Darbietung auslösen konnte. Auch in diesem Versuch ergab sich eine Darbietungstaktzeit von etwa 10 s.

Bei Experiment 2 handelt es sich demnach wie bei Experiment 1 um ein Doppelstimulationsexperiment, bei dem diesmal allerdings nur einer der beiden Reize beachtet werden sollte. In der Terminologie von Kantowitz (1974) ist dies ein S_1, S_2-R_2 bzw. ein S_1-R_1, S_2-Paradigma. Aus diesem Grunde wurden auch zwei wichtige Empfehlungen von Kantowitz (1974) zur Gestaltung von Doppelstimulationsexperimenten beachtet:

a) Die Kontrollreize R/CT und CN/CT wurden sowohl unter Einzelstimulationsbedingung (im Kontrollteil) als auch unter Doppelstimulationsbedingung dargeboten. Liegen dann bei den langen SOAs (-400 ms und +400 ms) die Reaktionszeiten nicht wesentlich über denen in der Einzelstimulationsbedingung, kann man relativ sicher sein, daß die interessierenden experimentellen Effekte nicht allein darauf zurückzuführen sind, daß zwei Reize anstatt nur einem dargeboten wurden.

In diesem Zusammenhang sei auch die Kritik von Schulz (1978) an der Definition des Stroop-Konflikts als Differenz zwischen CN/CF und CN/CT erwähnt. Hierbei ist seiner Meinung nach der Faktor *Zahl der Dimensionen* (bei CF sind es zwei, bei CT nur eine) mit dem Faktor *Kongruenz/Inkongruenz* konfundiert. Aus diesem Grunde muß seiner Ansicht nach als Konfliktmaß die Differenz zwischen CN/CF und CN/CG verwendet werden. Eine Diskussion über die "richtige" Definition des Stroop-Phänomens erscheint mir allerdings wenig sinnvoll, da aus wissenschaftstheoretischer Sicht Definitionen immer empirisch leer sind, sie also nicht zwingend vorgeschrieben werden können. Viel wichtiger ist es, daß für die Unterschiede zwischen allen d r e i Reaktionszeiten, für CF-, CT- u n d CG-Reize, unabhängig davon, wie sie benannt werden, eine theoretisch befriedigende Erklärung gefunden wird. Aus diesem Grunde wurde die in der Literatur übliche Definition des Stroop-Konflikts beibehalten, zumal bei Verwendung von CG-Reizen als Bezugsgröße die Gefahr besteht, daß die Vpn die Worte lesen anstatt die Farben zu benennen, sie also höchstens innerhalb heterogener Blöcke verwendet werden können.

b) Die SOAs wurden innerhalb der Blöcke konstant gehalten. Dies hatte einerseits den theoretischen Grund, daß auch im Modell von Glaser & Dolt der Organismus die Laufzeiten der einzelnen Signale "kennt" und dementsprechend seine Strategie zur Bewältigung der Aufgabe auswählt; zum anderen wurde damit auch eine negative Folge bei Verwendung variabler SOAs vermieden. In diesem Fall entwickelt die Vp sofort subjektive Wahrscheinlichkeiten über die Verteilung der gewählten SOAs, die keineswegs mit der vom Vl gewählten übereinzustimmen brauchen. Dies mag die Reaktionszeiten bei den einzelnen SOAs so beeinflussen, daß Experimente mit gleichem mittleren SOA, aber unterschiedlichem Streubereich, schlecht vergleichbar werden.

Ergebnisse

Die Daten des Hauptteils wurden mit einer dreifaktoriellen Varianzanalyse mit Meßwiederholung auf dem Faktor SOA (9 Stufen) und dem Faktor Reizbedingung (CT, CG, CF) ausgewertet. Der dritte unabhängige Faktor war *Lesen/Farbenbenennen* (Glaser 1978, Plan 6.14, S. 243).
Der Haupteffekt SOA war signifikant ($F = 5,08$; $df = 8,112$; $p < 0,01$), ebenso der Haupteffekt Reizbedingung ($F = 33,95$; $df = 2,28$; $p < 0,01$) und der Haupteffekt *Lesen/Farbenbenennen* ($F = 14,18$; $df = 1,14$; $p < 0,01$). Dasselbe gilt für die Wechselwirkung zwischen SOA und Reizbedingung ($F = 6,47$; $df = 16,224$; $p < 0,01$), zwischen SOA und *Lesen/Farbenbenennen* ($F = 6,67$; $df = 8,112$; $p < 0,01$) und zwischen Reizbedingung und *Lesen/Farbenbenennen* ($F = 24,61$; $df = 2,28$; $p < 0,01$). Auch die dreifache Wechselwirkung war signifikant ($F = 7,26$; $df = 16,224$; $p < 0,01$).
Da der Haupteffekt CT, CG, CF signifikant war, wurde zur Signifikanzprüfung von Einzelvergleichen zwischen CF- und CT-Zeiten und zwischen CG- und CT-Zeiten der Dunnett-Test berechnet. Die kritische Differenz, ab der Mittelwertsunterschiede auf dem 1%-Niveau signifikant sind, liegt für den einseitigen Test bei 23,21 ms, für den zweiseitigen Test bei 25,29 ms.
Wichtig für die nachfolgende Interpretation ist noch der Vergleich der Reaktionszeiten für die Kontrollreize in der Einzelstimulationsbedingung mit denen bei den längsten SOAs in der Doppelstimulationsbedingung. In der Gruppe *Lesen* lag R/CT für SOA -400 ms bei 440,5 ms, für SOA +400 ms bei 419,44 ms, im Kontrollteil bei 431,78 ms. In der Gruppe *Farbenbenennen* lag CN/CT für SOA -400 ms bei 542,08 ms, für SOA +400 ms bei 522,22 ms, im Kontrollteil bei 516,74 ms. Aufgrund dieser recht geringen Unterschiede ergaben sich keine Bedenken, die Differenz zwischen Konflikt- und Kontrollreizen in der Doppelstimulationsbedingung als Maß für einen Stroop-Konflikt heranzuziehen.
Abb. 16 zeigt die Ergebnisse der Gruppe *Farbenbenennen*, Abb. 17 die der Gruppe *Lesen*.

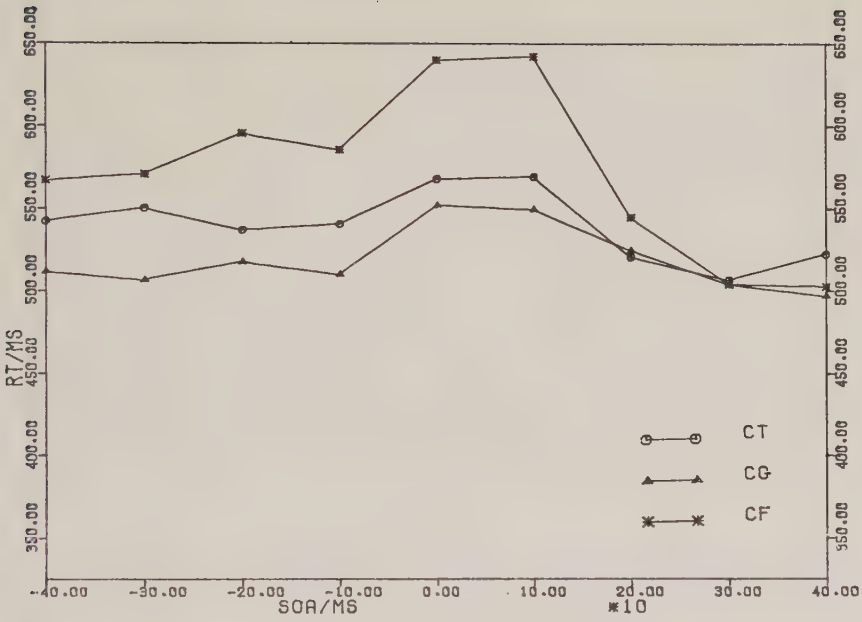


Abb. 16.
Mittlere RT für das Benennen von Kontrollreizen (CT), kongruenten (CG) und inkongruenten Reizen (CF) in Experiment 2 als Funktion des SOA. Negative SOAs: irrelevanter vor relevantem Reiz, positive SOAs: irrelevanter nach relevantem Reiz.

Interpretation

Betrachtet man nur die Ergebnisse der Gruppe *Farbenbenennen* (Abb. 16), so stellen sie eine gute Bestätigung des Laufzeitmodells dar, alle Vorhersagen sind im Wesentlichen eingetroffen:

Bei den beiden längsten negativen SOAs zeigt sich praktisch kein Stroop-Konflikt, die Differenzen zwischen CN/CF und CN/CT liegen bei 24,8 und 20,37 ms. Anschließend steigen die Werte für CN/CF an und erreichen bei SOA 0 ms und SOA +100 ms ihr Maximum mit einem Stroop-Konflikt von 72,23 und 73,03 ms. Leider liegen diese beiden Werte deutlich unter denen, die im Stroop-Teil von Experiment 1 gefunden wurden. Außer

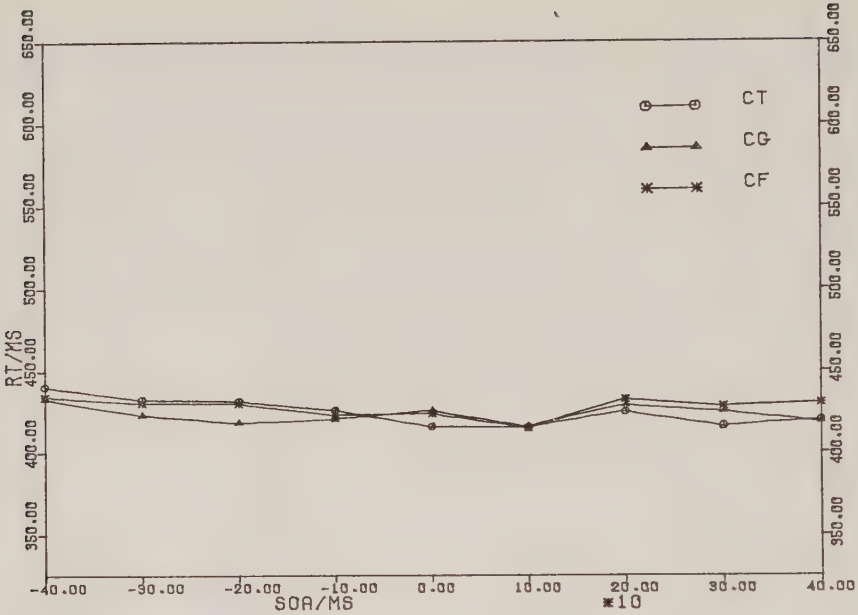


Abb. 17.
Mittlere RT für das Lesen von Kontrollreizen (CT), kongruenten (CG) und inkongruenten Reizen (CF) in Experiment 2 als Funktion des SOA. Negative SOAs: irrelevanter vor relevantem Reiz, positive SOAs: irrelevanter nach relevantem Reiz.

Unterschieden in den Versuchspersonenstichproben mag sich hier möglicherweise die geringere Integralität der neuen Reize ausgewirkt haben. Ab SOA +100 ms fallen die Werte für CN/CF steil ab, ab SOA +300 ms sind sie identisch mit denen der Kontrollbedingung.

Interessant ist noch der Verlauf der Reaktionszeiten für kongruente Reize. Sie liegen zwischen SOA -400 ms und SOA 0 ms generell unter denen der Kontrollbedingung. Die Erleichterung bei Kongruenz scheint allerdings zeitlich anders zu verlaufen als die Erschwerung bei Inkongruenz. Sie ist am ausgeprägtesten bei den langen SOAs, bei SOA -400 ms und -300 ms beträgt sie 30,56 ms und 43,59 ms, und am geringsten bei SOA 0 ms und SOA +100 ms mit 15,96 ms und 19,62 ms. Da es sich bei diesen kleinen Unterschieden,

unabhängig davon, ob sie signifikant sind oder nicht, noch leicht um ein Zufallsprodukt handeln kann, ist eine mögliche Réplikation dieser Ergebnisse in den folgenden Experimenten von besonderer Bedeutung. Gelänge diese, so wäre das eine Bestätigung der auf S. 48 vorgeschlagenen Erklärung für die kurzen Zeiten beim Benennen kongruenter Reize: der Organismus braucht in diesem Fall keine Antwort für die Farbe zu suchen, er braucht nur die für das Wort bereits vorliegende auszulösen. Da diese Reaktionsvorbereitung eine gewisse Zeit benötigt, ist die Zeitersparnis bei den langen SOAs am größten, am geringsten bei gleichzeitiger Darbietung beider Reize. Wie ebenfalls erwähnt, setzt diese Erklärung natürlich voraus, daß der Organismus schon früh die Gleichheit beider Dimensionen feststellen kann, denn nur so ist eine Zeitersparnis durch Antwortvorbereitung überhaupt möglich.

In der Gruppe *Lesen* (Abb. 17) sind alle drei Funktionen ununterscheidbar und verlaufen praktisch abszissenparallel. Offensichtlich führt eine Präexposition der Farbe zu keinerlei Störung der Wortverarbeitung. Die Daten zeigen also den zunächst schwer interpretierbaren Befund, daß die Zeitverläufe der Farbnennaufgabe gut, diejenigen der Leseaufgabe jedoch überhaupt nicht mit dem Laufzeitmodell in Einklang gebracht werden können.

Bevor auf dieses Problem näher eingegangen wird, soll zunächst noch die Arbeit von Neumann (1980)* besprochen werden, da sie die seltene Möglichkeit eines direkten Datenvergleichs bietet. Neumanns erstes Experiment stellt mehr eine Erkundungsstudie dar; deshalb wird im folgenden nur auf Experiment 2 (es entspricht dem Teilversuch *Farbenbenennen*) und auf Experiment 3 (es entspricht dem Teilversuch *Lesen*) Bezug genommen. Trotz der großen Ähnlichkeit zu meinem Experiment gibt es natürlich einige

---

* Anmerkung s. folgende Seite

Unterschiede im Versuchsplan und in der Darbietungsweise der Reize, von denen mir folgende bemerkenswert erscheinen:

(1) Neumann verwendete nur 5 SOAs: -200, -100, 0, +100 und +200 ms.
(2) Die SOAs variierten innerhalb, nicht zwischen den Blöcken.
(3) Zwischen Vorreiz (Warnton) und dem relevanten Reiz wurde ein konstanter Abstand von 2 s eingehalten, innerhalb dessen oder nach diesem der irrelevante Reiz 100 ms lang dargeboten wurde.
(4) Aufgrund der Ergebnisse aus dem von mir nicht geschilderten ersten Experiment wurde 1500 ms nach dem Warnton noch ein zusätzliches, unspezifisches visuelles Warnsignal, eine Reihe von X, 100 ms lang exponiert. Für CN/CF, SOA -200 ms sah eine Einzeldarbietung z. B. folgendermaßen aus: Warnton (100 ms), bei SOA -500 ms Erscheinen der weißen X (100 ms), bei SOA -200 ms Exposition des irrelevanten Farbwortes, bei SOA 0 ms Einfärbung des Hintergrundes, der benannt werden sollte. In der Bedingung CN/CT erschienen die X sogar zweimal, einmal als visuelles Warnsignal und einmal als irrelevanter Reiz.
(5) In der Gruppe *Farbenbenennen* wurden als Kontrollreize neben den weißen X auf buntem Hintergrund auch farbige

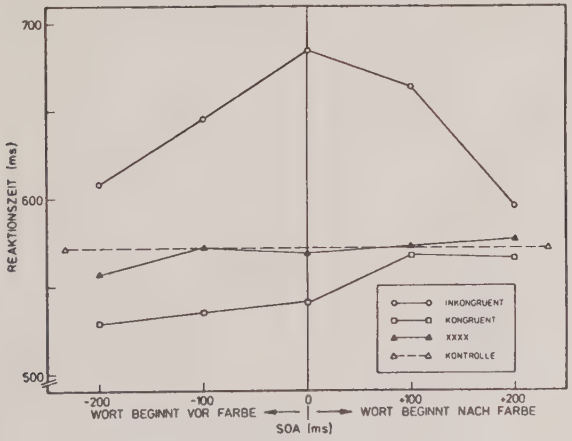
---

* Ende März 1980 stellte sich bei einem Briefwechsel mit Herrn Dr. Neumann heraus, daß er praktisch gleichzeitig mit mir (Mitte 1978) eine meinem Experiment 2 sehr ähnliche Versuchsreihe durchgeführt hatte, ohne daß er von meinem oder ich von seinem damaligen Stand der Arbeiten gewußt hätte. Der Grundgedanke seiner technischen Lösung des Problems einer psychologisch einwandfreien Komponententrennung der Stroop-Reize stimmt mit dem meinen im Prinzip überein, ist also unabhängig von uns beiden gleichzeitig gefunden worden. Seine Resultate wurden mir Ende März 1980, also nach Abschluß meines Experiments 5, in Form eines Institutsberichtes bekannt; sie liegen seit Ende 1980 als Dissertation veröffentlicht vor. Obwohl meine folgenden Experimente 3 bis 6 anderen theoretischen Überlegungen nachgehen als Neumanns Arbeit, scheint mir die Ähnlichkeit meines Experimentes 2 mit seinen Experimenten 1 bis 3 eine seltene und besonders günstige gegenseitige Validierungsmöglichkeit zu eröffnen.

Rechtecke ohne Aufdruck dargeboten, wenn auch in sehr viel geringerer Anzahl.

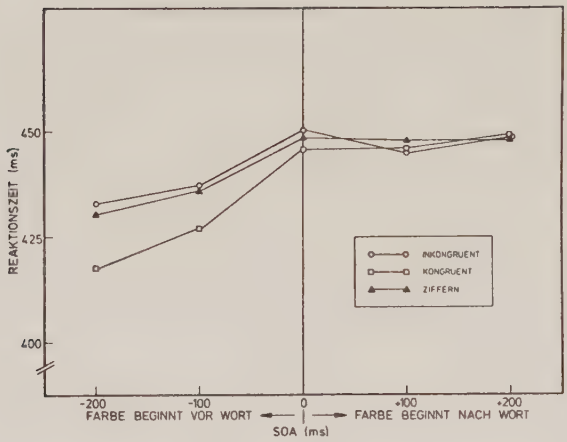
(6) In der Gruppe *Lesen* meines Experiments bestanden die Kontrollreize aus weißen Farbworten auf grauem Hintergrund. Nun ist zwar "grau" im strengen Sinne auch eine Farbe, von der theoretisch eine geringe Störung des Leseprozesses zu erwarten wäre, die Alltagserfahrung, nach der "schwarz-weiß" als Gegensatz zu "bunt" erlebt wird, ließ es aber vertretbar erscheinen, den grauen Hintergrund als "Nicht-Farbe" zu verwenden. Neumann dagegen löste das Problem auf andere Weise: in einem eigenen Versuchsblock bot er als Kontrollreize farbige Rechtecke (irrelevanter Reiz) und Zahlwörter (relevanter Reiz) dar, womit er erreichte, daß der irrelevante Reiz semantisch neutral gegenüber der Leseaufgabe war.

Abb. 18 zeigt Neumanns Ergebnisse der Gruppe *Farbenbenennen*, Abb. 19 die der Gruppe *Lesen*. Schon auf den ersten Blick ist die recht gute Übereinstimmung mit den Daten meines



Latenz der Benennungsreaktion als Funktion der Interferenzbedingungen und des SOA. Jeder Datenpunkt ist der Mittelwert aus 240 (Bedingung 'XXXX') bzw. 480 (übrige Bedingungen) RZen. Siehe auch die Legende zu Abb. 1.1.

Abb. 18 (Abb. 2.1 aus Neumann 1980).



Latenz der Lesereaktion als Funktion der Interferenzbedingung und des SOA in Experiment 3. Die Expositionszeit der Farbe betrugt 100 msec; das Wort blieb bis zur Reaktion exponiert. In der Bedingung ZAHLWÖRTER (Kurve 'Ziffern') waren die Wörter VIER, ACHT und ZEHN zu lesen, in den Bedingungen KONGRUENT und INKONGRUENT die Farbwörter ROT, BLAU und GRÜN.

Abb. 19 (Abb. 3.1 aus Neumann 1980).

Experiments zu erkennen. Die gefundenen Effekte scheinen also trotz der geschilderten Unterschiede recht stabil zu sein. Bemerkenswert ist natürlich vor allem, daß auch bei Neumann keinerlei Störung in der Gruppe *Lesen* auftritt. Eine genauere Betrachtung zeigt, daß die Unterschiede zwischen CN/CF und CN/CT bei Neumann etwas höher sind, sie betragen bei SOA 0 ms 112 ms, bei SOA +100 ms 90 ms (beide Werte wurden aus der Abbildung entnommen). Beiden Experimenten gemeinsam ist aber der steile Abfall der CN/CF-Funktion nach diesen beiden Maxima. Auch bei Neumann findet sich eine Erleichterung in der Bedingung CN/CG, diese ist aber fast konstant: 35 ms bei SOA -200 ms, 37 ms bei SOA -100 ms und 30 ms bei SOA 0 ms (die Zahlenwerte wurden wiederum aus der Abbildung entnommen).

Theoretisch bedeutsam ist eine Hypothese, die Neumann aus Wettlaufmodellen zum Stroop-Phänomen ableitet und die sich anhand der Verteilung der Daten in der Gruppe *Farbenbenennen*

überprüfen läßt:
Bietet man die Farbe vor dem Wort dar und zwar in einem zeitlichen Abstand, der den üblichen Unterschied in der Verarbeitungsgeschwindigkeit beider Reize kompensiert, so ist die Wahrscheinlichkeit, daß die Antwort auf die Farbe zuerst vorliegt, genau gleich der Wahrscheinlichkeit, daß die Antwort auf das Wort zuerst vorliegt. Im einen Fall würde kein Stroop-Konflikt auftreten, die Reaktionszeiten wären kurz, im anderen Fall träte der Stroop-Konflikt in der üblichen Höhe auf, die Reaktionszeiten wären lang. Dies hätte im Idealfall eine zweigipflige Verteilung zur Folge, die beim SOA +100 ms zu erwarten wäre. Beim SOA +200 ms wäre die Wahrscheinlichkeit, daß die Antwort auf das Wort zuerst vorliegt sehr viel geringer. Es gäbe nur noch wenige durch einen Stroop-Konflikt bedingte lange Reaktionszeiten, die Verteilung sollte nur noch eine erhöhte Varianz und eine positive Schiefe aufweisen.

Beide Vorhersagen, die Zweigipfligkeit der Verteilung bei SOA +100 ms und die erhöhte Varianz und positive Schiefe bei SOA +200 ms, findet Neumann durch seine Daten bestätigt. Da gerade Zweigipfligkeit besonders leicht von Zufallsfehlern und von der gewählten Maßzahlklassenbreite beeinflußbar ist, scheint ein Vergleich mit den Daten meines Experiments besonders wichtig: Abb. 20 und Abb. 21 zeigen die Verteilungen der Einzelreaktionszeiten von allen Vpn zusammengenommen für SOA +100 ms (Abb. 20) und SOA +200 ms (Abb. 21). Die Maßzahlklassenbreite beträgt wie bei Neumann 50 ms.
Wie man sieht, kann von einer Zweigipfligkeit der Reaktionszeiten für CN/CF nicht gesprochen werden, sie findet sich ironischerweise sehr schön bei den CN/CT-Zeiten beim SOA +200 ms!
Die CN/CF-Zeiten beim SOA +200 ms weisen eine starke positive Schiefe auf, wie aus Abb. 22 deutlich wird. Im Vergleich mit den übrigen SOAs findet sich hier der zweithöchste Wert von 1,102. Ein Schönheitsfehler ist allerdings der noch höhere Wert von 1,26 bei SOA -200 ms, der, wenn man nicht einen

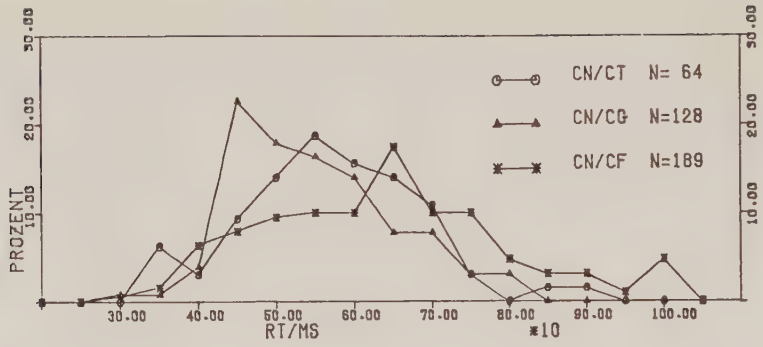


Abb. 20.

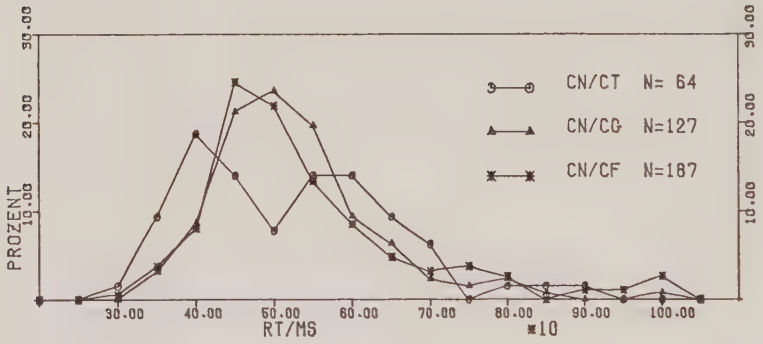


Abb. 21.
Relative Häufigkeit der Einzelreaktionszeiten für das Benennen (CN) von Kontrollreizen (CT), kongruenten (CG) und inkongruenten Reizen (CF) in Experiment 2 bei SOA +100 ms (Abb. 20) und SOA +200 ms (Abb. 21).

Zufallsfehler annehmen will, Neumanns Hypothese schwächt. Ein ähnlich uneindeutiges Bild ergibt sich auch bei Betrachtung der Varianzenverteilung in Abb. 23. Die Varianz ist zwar bei SOA +100 ms und +200 ms sehr hoch, sie ist aber kaum größer als bei SOA 0 ms.

Betrachtet man die Experimente zusammengenommen, so sind die für das *Farbenbenennen* abgeleiteten Voraussagen eingetroffen - wobei eine Verteilungsanalyse nur im Experiment von Neumann eindeutig erfolgreich war -, während die für die Gruppe *Lesen* formulierten Voraussagen nicht bestätigt wurden.

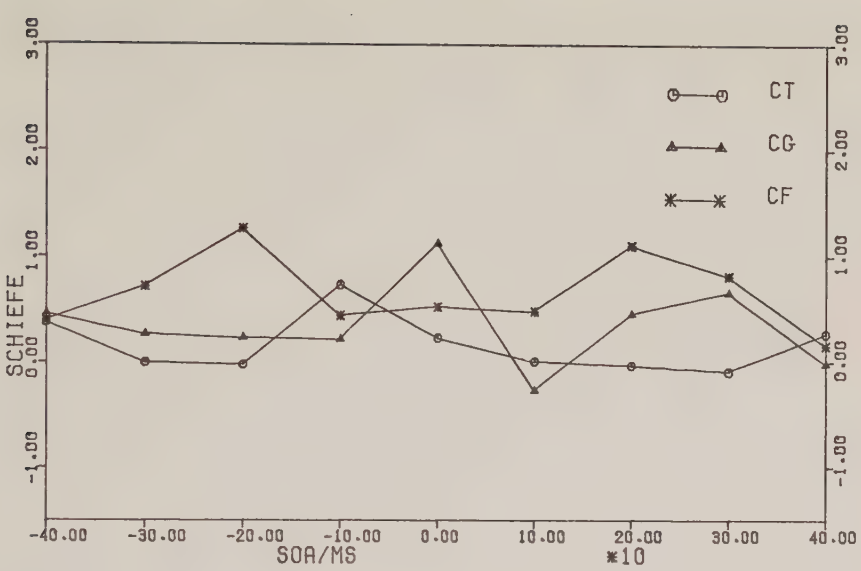


Abb. 22.

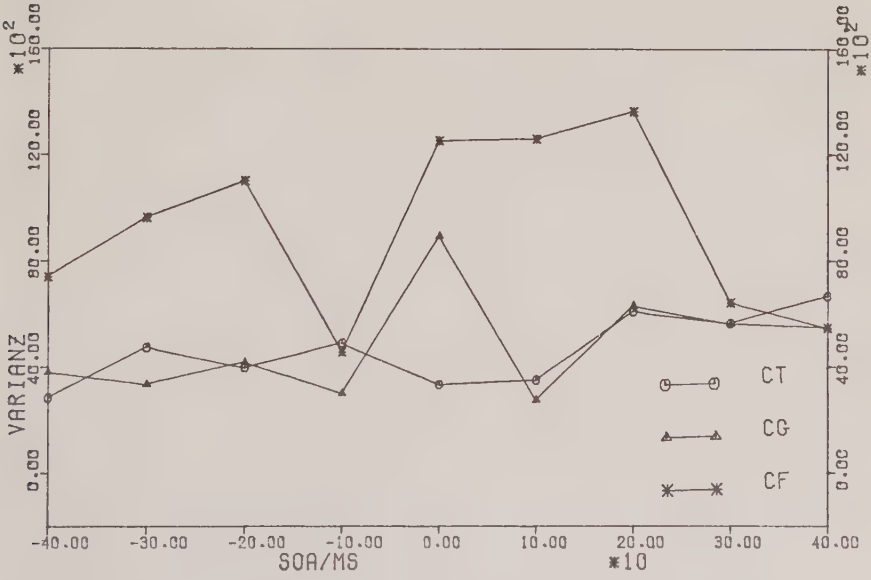


Abb. 23.
Mittlere Schiefe (Abb. 22) und mittlere Varianz (Abb. 23) für das Benennen von Kontrollreizen (CT), kongruenten (CG) und inkongruenten Reizen (CF) als Funktion des SOA in Experiment 2.

Wie kommt es nun zu dem Versagen des Laufzeitmodells von Glaser & Dolt für die Gruppe *Lesen*? Die einfachste Erklärung ist die, daß in diesem Fall die Präexposition der Farbe nicht dazu führte, daß diese automatisch verbal codiert wurde. Es gab somit gar keine Farbantwort, die auf der Reaktionsebene mit dem Wort hätte konkurrieren können. Ruft man sich in Erinnerung, was auf S. 17 ff. über den Unterschied zwischen Lesen und Benennen gesagt wurde, der dort im Wesentlichen auf einen zusätzlichen Codierschritt beim Benennen zurückgeführt wurde, so erscheint es nicht verwunderlich, daß dieser dann ausgelassen werden kann, wenn ihn die Aufgabenstellung nicht erfordert. So gesehen erscheint die Annahme von Glaser & Dolt, beim Lesen eine Störung durch eine Farbe erzielen zu können, beinahe naiv. Das jetzt vorliegende Ergebnis wäre im Grunde trivial.

Zur Rechtfertigung von Glaser & Dolt ist allerdings anzuführen, daß sie sich mit ihrer Hypothese in guter Gesellschaft befanden. Gerade in den letzten Jahren hat, in der Nachfolge der Diskussion zwischen Deutsch & Deutsch (1963, 1967) und Treisman (Treisman & Geffen 1967, Treisman & Riley 1969), die Vorstellung einer weitgehend automatischen Verarbeitung aller im Organismus eintreffenden Information an Boden gewonnen. So nehmen z. B. Posner & Snyder (1975) neben einigen Ergebnissen aus Experimenten zum dichotischen Hören, in denen die selektive Aufmerksamkeit versagte, gerade das Stroop-Phänomen als Beleg für ihre These einer automatischen Aktivierung interner Reizrepräsentationen (S. 56 - 57): "There is excellent evidence that subjects cannot choose to avoid processing aspects of an input item that they desire to ignore. The Stroop effect is based upon this difficulty." Das Stroop-Phänomen erklären sie wie üblich als einen Antwortkonflikt, wobei die Asymmetrie der Störung durch die unterschiedlichen Verarbeitungsgeschwindigkeiten bedingt ist. Betrachtet man nun noch folgendes Zitat (S. 63): " ... coupled with the results of the Stroop and dichotic listening studies, there begins to build a picture of

stimulus information automatically activating those internal representations that have been habitually associated with it", so tut man Posner & Snyder wohl nicht Unrecht, wenn man daraus ableitet, daß auch sie eine Störung des Lesens bei Präexposition der Farbe erwarten würden. Es braucht hierzu nur die sicher vertretbare Annahme gemacht zu werden, daß eine Farbe stark mit dem dazugehörigen Farbwort assoziiert ist (s. auch Nealis 1974).

Als weiterer Beleg für die verbreitete Erwartung eines symmetrischen Konflikts bei entsprechender Manipulation der Verarbeitungszeiten beider Reizaspekte sei die Arbeit von Palef & Olson (1975) angeführt: sie boten die Worte *OBERHALB* oder *UNTERHALB* *oberhalb* oder *unterhalb* eines Markierungspunktes dar, wobei Wortbedeutung und Position des Wortes kongruent oder inkongruent sein konnten. Die Vpn hatten motorisch auf die Stellung oder die Bedeutung des Wortes zu reagieren. Da in einer neutralen Kontrollbedingung die Reaktion auf die Position schneller war als die auf das Wort, kam es zu einer Störung bei der Reaktion auf die W o r t bedeutung durch die inkongruente P o s i t i o n s information. Eine Erschwerung der Positionsbestimmung in einem zweiten Experiment führte dazu, daß die Reaktion auf die Position in der Kontrollbedingung langsamer war als die auf die Wortbedeutung. Dementsprechend wurde im inkongruenten Fall jetzt die P o s i t i o n s bestimmung durch die irrelevante W o r t information erschwert.

Vielleicht waren es die äußerst geringen Stroop-Effekte dieses Experiments (ca. 20 ms), die bei Palef (1978) zur Modifizierung ihrer Hypothese und zu ähnlichen Überlegungen führten, wie sie die Ergebnisse von Experiment 2 nahelegen. Palef (1978) erkennt zwar immer noch die Bedeutung unterschiedlicher Verarbeitungsgeschwindigkeiten für die Richtung der Störung an, als weitere Voraussetzung für Interferenz muß aber hinzukommen, daß beide Reize im gleichen Code vor-

liegen oder in den gleichen Code übersetzt werden. Ob dies der Fall ist, hängt aber von der Art der Reize und der Art der Antwort ab.
Zur Überprüfung dieser These verwendete Palef (1978) ähnliche Reize wie Palef & Olson (1975), die allerdings in drei unabhängigen Dimensionen variiert werden konnten. Die Vpn hatten bei Reizen der Art

motorisch auf die Wortbedeutung, auf die relative Position des Wortes bezogen auf das Kreuz und auf die absolute Position des Wortes - ob es in der oberen oder unteren Hälfte des Rechtecks stand - zu reagieren. Die beiden irrelevanten Dimensionen konnten in Bezug auf die relevante Dimension kongruent, inkongruent oder neutral sein. Beispiel für einen Reiz, bei dem auf die relative Position reagiert werden soll, die absolute Position kongruent und die Wortbedeutung inkongruent dazu sind:

In den Kontrollbedingungen (beide irrelevanten Dimensionen neutral zur relevanten Dimension) war die Reaktion auf die absolute Position am schnellsten, gefolgt von der Reaktion auf die Wortbedeutung und am langsamsten war die auf die relative Position. Palef & Olson (1975) würden daher vorher-

sagen, daß im Konfliktfall die schnellste Bedingung die Reaktion auf die beiden anderen und die zweitschnellste Bedingung die Reaktion auf die langsamste stören sollte. Nach Palef (1978) ergibt sich jedoch folgende Erwartung:

(1) Die Reaktion auf die Wortbedeutung wird nicht durch eine inkongruente absolute Position gestört, da letztere nicht automatisch in den verbalen Code übersetzt wird, in dem die Wortbedeutung von Anfang an vorliegt.
(2) Die Reaktion auf die relative Position wird sowohl durch eine inkongruente absolute Position als auch durch eine inkongruente Wortbedeutung gestört. Dies ist deshalb der Fall, weil bei der Generierung des bildlichen Codes für die relative Position der irrelevante Code für die absolute Position bereits vorliegt. Ebenso stört bei der nachfolgenden Generierung eines Verbalcodes für die relative Position der bereits vorhandene Code für die Wortbedeutung.

Beide Vorhersagen wurden durch das Experiment bestätigt. Außerdem war der Einfluß der Variablen *absolute Position* und der Variablen *Wortbedeutung* auf die Verarbeitungszeit der relativen Position additiv, weshalb die Autorin in Bezug auf die Sternberg-Logik annimmt, daß beide verschiedene Stufen der Reizverarbeitung beeinflußt haben.

Bezieht man die Überlegungen von Palef (1978) auf Experiment 2, so ist damit zwar erklärt, warum der Konflikt in der Lesegruppe nicht auftrat, es bleibt aber die Frage, warum er im Übersetzungsexperiment von Glaser & Dolt (1977) symmetrisch war. Gerade das Ergebnis, daß hier die Reaktion auf Wort u n d Farbe in gleicher Weise durch den irrelevanten Reizaspekt gestört wurde, führte ja zu der Erwartung eines symmetrischen Konflikts in Experiment 2. Der einfachste Weg, die Daten des Übersetzungsexperiments als durch Versuchsfehler bedingt zu erklären, erscheint allerdings zu einfach. Immerhin fand auch Seymour (1977) in seinem Übersetzungsexperiment (s. S. 50 ff.) eine Störung in beiden

Richtungen. Er schreibt dazu (S. 251): "In this case the irrelevant attribute was the colour of the print of the season name, so that the experiment tests for the occurrence of what is sometimes called a 'reverse Stroop effect'. Although such effects are generally not obtained when subjects simply read the words, their occurrence is quite likely when more complex associative reactions are made." Nun ist es zwar sicher nicht zu bezweifeln, daß in Übersetzungsaufgaben komplexe Assoziationen von den Vpn verlangt werden, eine Erklärung für die Symmetrie der Störung ist damit aber nicht gewonnen.
Ein ähnlicher Hinweis findet sich bei Flowers & Dutch (1975). Sie schließen aus einem Durchmusterungsexperiment, in dem es bei gleichzeitiger Suche nach drei visuell sehr verschiedenen Farben zu einer Störung durch inkongruente Farbworte kam (s. S. 17), daß mit zunehmender Gedächtnisanforderung einer Aufgabe ein Wechsel von der visuellen zur verbalen Codierung stattfindet. In diesem Experiment wurde aber der r e l e v a n t e Reizaspekt (die Farbe) verbal codiert, während im Übersetzungsexperiment offensichtlich der jeweils i r r e l e v a n t e Reizaspekt eine konkurrierende verbale Antwort auslöste.

Es zeigt sich somit auch in dieser Frage, wie schwierig Daten aus Übersetzungsexperimenten zu interpretieren sind. Die Probleme sind ähnlich denen, wie sie schon bei der Besprechung der Arbeiten von Seymour (1977), Harrison & Boese (1976) und Stirling (1979) ausführlich dargestellt wurden.

2.3 Experiment 3: die Reaktionszeit auf Stroop-Reize im Doppelstimulationsparadigma mit variierten Reizwahrscheinlichkeiten

Aus den vorangegangenen Überlegungen über die Gründe des Versagens des Laufzeitmodells bei Präexposition der Farbe ergibt sich auch eine Möglichkeit, das Modell mit einem weiteren Experiment evtl. zu retten. Diese besteht darin, daß die Vpn durch einen entsprechenden Versuchsplan dazu gebracht werden, die Farbe bewußt verbal zu codieren. Am einfachsten scheint dies mit einer Änderung der relativen Häufigkeiten von CT-, CG- und CF-Reizen erreichbar. Stimmt in der überwiegenden Mehrzahl aller Fälle die vorangehende Farbe mit dem nachfolgenden Wort überein und wird die Vp ausdrücklich dazu angehalten, diese Tatsache zur optimalen Beschleunigung ihrer Leseantwort auszunützen, so kann sie dies nur über eine verbale Codierung der Farbe erreichen. Im Falle kongruenter Reize hätte dies eine sehr schnelle Reaktion zur Folge. Die Reaktionszeit wäre um so kürzer, je früher die Farbe dargeboten wird, je mehr Zeit zur Bildung des verbalen Codes zur Verfügung steht. Der Beschleunigung der Reaktion bei Kongruenz sollte eine entsprechende Verlangsamung bei Inkongruenz gegenüberstehen. Nach dem Laufzeitmodell ist das Maximum der Störung zu erwarten, wenn Wort- und Farbsignal gleichzeitig am Gatter eintreffen. Dieses Maximum sollte zwischen den längsten SOAs - bei denen das Gatter bis zum Eintreffen des Signals für das Wort bereits wieder geöffnet ist - und der gleichzeitigen Darbietung beider Reize - bei denen die verbale Codierung der Farbe zu langsam verläuft, um den Leseprozeß stören zu können - liegen.

Aus Gründen der Vergleichbarkeit empfiehlt es sich, den gleichen Versuch mit einer Präexposition des Wortes unter der Instruktion *Farbenbenennen* durchzuführen. Hierbei sind die Vorhersagen einfach: der zeitliche Verlauf des Stroop-Konflikts sollte der gleiche sein wie in Experiment 2, sein

absoluter Betrag sollte allerdings viel höher sein. Entsprechendes gilt für die Zeitersparnis bei der Reaktion auf kongruente Reize.

Methode

Als Vpn nahmen 12 Psychologiestudenten (7 weibliche, 5 männliche) im Alter von 21 bis 45 Jahren teil. Zeitraum des Experiments: 17.12.1979 bis 24.1.1980. Jede Vp nahm an zwei Sitzungen teil, die im Abstand von 1 bis 4 Tagen stattfanden. Die durchschnittliche Dauer der ersten Sitzung betrug 80 Minuten, die der zweiten 65 Minuten.

Material

Das Material dieses Experiments war identisch mit dem von Experiment 2, bestand also aus Farbwort-Farbe-Reizen der dort beschriebenen Art. Alle drei Reizkonfigurationen CT, CG und CF wurden wieder verwendet.

Gerätetechnik

Die physikalischen Gegebenheiten der Reizdarbietung und Reaktionsregistrierung stimmten mit denjenigen von Experiment 2 überein, sodaß sie nicht erneut beschrieben werden sollen. Es standen jetzt zwei Projektoren Kodak Carousel S-RA 2000 zur Verfügung. Der eine diente zur Projektion der Wortkomponentendias, der andere zur Projektion der Farbkomponentendias. Die Magazine beider Geräte waren wie folgt bestückt: jede der 8 Dekaden enthielt in den Schlitzen 1 bis 5 einen Satz der Wortkomponentendias (*IIIIIII*, *ROT*, *GELB*, *GRUN*, *BLAU*) bzw. der Farbkomponentendias (*grau*, *rot*, *gelb*, *grün*, *blau*) und in den restlichen Schlitzen 6 bis 0 wegen der Laufgeräusche bei der Diaauswahl im Versuch nicht benötigte Dias. In allen Schlitzen mit der gleichen Endnummer befand sich stets die gleiche Reizkompo-

nente (z. B. 2 = *ROT* für Wortkomponenten und 2 = *rot* für Farbkomponenten); diese Schlitznummern dienten in allen zugehörigen Rechnerprogrammen als Code zur Bezeichnung der Reize.

Die Massey-Dickinson-Anlage, auf der in den früheren Experimenten die gesamte Versuchssteuerung programmiert war, wurde mit einem wesentlich reduzierten Programm nur noch als Schnittstelle zwischen den Versuchsgeräten und dem zur Versuchssteuerung jetzt verwendeten Prozeßrechner Hewlett Packard 9603A (Computer 21MX, Betriebssystem RTE II) eingesetzt. Die gesamte Versuchssteuerung und Datenregistrierung einschließlich Erzeugung der Zufallsfolgen, Anwahl der benötigten Reizdias in den S-RA-Projektoren, umfassender Protokollierung, Datenvorverarbeitung und Abspeicherung auf Magnetträger, wurde jetzt vom Rechnerprogramm übernommen.

Wie bei den früheren Experimenten war der Vl während des gesamten Versuches stets im Versuchsraum anwesend. Er saß seitlich hinter der Vp, also außerhalb deren Gesichtsfeld, an der Systemkonsole, einem geräuschlos arbeitenden Bildschirmsichtgerät, auf dem ihm ständig alle für die Überwachung der technischen Funktionen und den Versuchsablauf nötigen Informationen dargeboten wurden und in das er die vom Vl für das Programm und das Versuchsprotokoll geforderten Angaben eintastete. Neben den Startbefehlen für die Programmteile und der Vp-Nummer, die zur Auswahl der Versuchsbedingungen gemäß Versuchsplan führte, war dies vor allem die Beurteilung der einzelnen Antworten der Vp nach den Kategorien "richtig", "falsch, aber technisch einwandfrei" und "technisch nicht einwandfrei". Das Programm war so ausgelegt, daß alle Reize, für die die Antwort der Vp vom Vl nicht als "richtig" gekennzeichnet wurde, im weiteren Versuchsablauf zufallsverteilt erneut auftraten, und zwar im Extremfall auch mehrfach so lange, bis eine richtige Antwort gegeben wurde. Auf diese Weise wurde das Problem der Datenausfälle bereits bei der Datenbeschaffung gelöst, und für die statistischen Auswertungen standen fast ausnahmslos vollständige Datenmatrizen zur Verfügung. Die RTs

der als "falsch, aber technisch einwandfrei" beurteilten Antworten wurden zusammen mit den Reizbedingungen, unter denen sie entstanden waren, im Protokoll festgehalten; die Zeiten für die "technisch nicht einwandfreien" Einzeldurchgänge wurden hingegen zwar dem Vl angezeigt, dann aber gelöscht. Die letztgenannte Kategorie wurde nur selten und praktisch nur bei Fehlern der Vp mit dem Stimmschlüssel benötigt, also meist bei zu leise oder um zusätzliche Laute erweitert gesprochenen Antworten (z. B. "äh-rot"). Über die Konsole hinweg konnte der Vl die Vp und die Reizdarbietung gut beobachten und so das Versuchsgeschehen auch psychologisch ständig kontrollieren.

Versuchsablauf

(1) Kontrollteil

Zu Beginn jeder Sitzung wurden den Vpn zwei Kontrollblöcke, bestehend aus 24 R/CT- und 24 CN/CT-Reizen, dargeboten. Die einzelnen Blöcke bestanden aus rechnererzeugten Zufallsfolgen ohne Zurücklegen, aber ohne darüber hinausgehende Restriktionen. Die Abfolge der Reize war somit in jeder Folge anders. Ansonsten verlief der Kontrollteil völlig analog zu dem von Experiment 2.

(2) Hauptteil

Im Hauptteil wurden Wort und Farbe getrennt dargeboten. Verwendet wurden nur negative SOAs (irrelevanter Reiz vor dem relevanten), die wiederum pro Block konstant gehalten wurden. Die 6 SOAs betrugen -500, -400, -300, -200, -100 und 0 ms.
Jeder Block bestand zu 80 % aus CG-, zu 10 % aus CF- und zu 10 % aus CT-Reizen. Diese relativen Häufigkeiten lassen am ehesten erwarten, daß die Vp die vom Vl gewünschte Form der Codierung wählt (s. dazu Tversky 1969).
Um bei diesen Zahlenverhältnissen jede der 12 inkongruenten

Farbe/Wort-Kombinationen wenigstens einmal darbieten zu können, nahmen die Blöcke eine Länge von 120 Reizen an (96 CG, 12 CT, 12 CF). Diese ohne Unterbrechung darzubieten, hätte sicherlich ein Nachlassen der Konzentration bei den Vpn zur Folge gehabt. Sie wurden deshalb auf zwei Sitzungen mit je 60 Reizen verteilt. Die Anordnung der Reize innerhalb jeder Folge wurde vom Rechner nach Zufall festgelegt, mit der Einschränkung, daß innerhalb von 20 Darbietungen immer 2 CT- und 2 CF-Reize auftauchten. Hiermit sollte erreicht werden, daß die relativen Häufigkeiten innerhalb von Teilsequenzen nicht allzusehr von denen der gesamten Folge abwichen, und somit die von den Vpn gebildeten subjektiven Wahrscheinlichkeiten annähernd mit den objektiven Wahrscheinlichkeiten übereinstimmten.
Die Aufeinanderfolge der SOAs wurde für die erste Sitzung mithilfe eines sequentiell balancierten Lateinischen Quadrates ausgewählt. In der zweiten Sitzung war die Reihenfolge umgekehrt wie in der ersten.
Die Vpn wurden instruiert, so schnell wie möglich auf den relevanten Reiz zu reagieren und dabei die Tatsache, daß er in der Mehrzahl der Fälle mit dem vorangegangenen irrelevanten übereinstimmte, zur optimalen Beschleunigung ihrer Reaktion so weit wie möglich auszunützen. Gleichzeitig sollten sie bei inkongruenten Reizen möglichst keine Fehler machen. Diese an sich widersprüchliche Information, die aber im Grunde nur eine Akzentuierung des im normalen Reaktionszeitexperiment Verlangten bedeutet, wurde von allen Vpn richtig als ein Abgleich zwischen schneller Reaktion im Routinefall (CG-Reize) und entsprechender Vorsicht im Ausnahmefall (CF-Reize) verstanden.
6 Vpn nahmen am Teilversuch *Lesen*, 6 Vpn am Teilversuch *Farbenbenennen* teil.

Die Dauer der Einzeldarbietung war zunächst durch die systembedingten Zeitkonstanten bestimmt. Die Auswahl beider Dias für den nächsten Reiz dauerte etwa 2 s, nach deren Ablauf die Vp das Freisignal erhielt. Die erste Reizkomponente erschien dann 0,5 s nach Tastendruck der Vp, die zweite

Reizkomponente um das SOA später. Bei der Reaktion der Vp verschwanden beide Reizkomponenten gleichzeitig. Das Rechnerprogramm begann dann mit der Auswahl des folgenden Reizes, nachdem der Vl seine Beurteilung der Antwort der Vp eingetastet hatte. Der Takt des Versuchsablaufs innerhalb der Blöcke wurde also im wesentlichen von Vl und Vp interaktiv selbst bestimmt (engl. self paced). Es ergab sich eine als angenehm empfundene Taktzeit von durchschnittlich etwa 10 s, die von Vp zu Vp etwas variierte.

Ergebnisse

Die Daten des Hauptteils wurden mit einer dreifaktoriellen Varianzanalyse mit Meßwiederholung auf dem Faktor SOA (6 Stufen) und dem Faktor Reizbedingung (CT, CG, CF) ausgewertet. Der dritte unabhängige Faktor war die Instruktion (Lesen/Farbenbenennen).
Der Haupteffekt SOA war signifikant ($F = 41,61$; $df = 5,50$; $p < 0,01$), ebenso der Haupteffekt Reizbedingung ($F = 130,55$; $df = 2,20$; $p < 0,01$) und der Haupteffekt der Instruktion ($F = 30,91$; $df = 1,10$; $p < 0,01$). Dasselbe gilt für die Wechselwirkung zwischen SOA und Reizbedingung ($F = 7,00$; $df = 10,100$; $p < 0,01$), zwischen SOA und Instruktion ($F = 30,47$; $df = 5,50$; $p < 0,01$) und zwischen Reizbedingung und Instruktion ($F = 49,68$; $df = 2,20$; $p < 0,01$). Auch die dreifache Wechselwirkung war signifikant ($F = 16,44$; $df = 10,100$; $p < 0,01$).
Zur Signifikanzprüfung von Einzelvergleichen zwischen CF- und CT-Zeiten und zwischen CG- und CT-Zeiten wurde wiederum der Dunnett-Test berechnet. Die kritische Differenz, ab der Mittelwertsunterschiede auf dem 1%-Niveau signifikant sind, liegt für den einseitigen Test bei 51,36 ms, für den zweiseitigen Test bei 55,97 ms. Für das 5%-Niveau liegen die Werte bei 38,52 ms (einseitiger Test) und 44,34 ms (zweiseitiger Test).
Abbildung 24 zeigt die Ergebnisse der Gruppe *Farbenbenennen*, Abbildung 25 die der Gruppe *Lesen*.
Die Daten des Kontrollteils wurden wiederum zum Vergleich

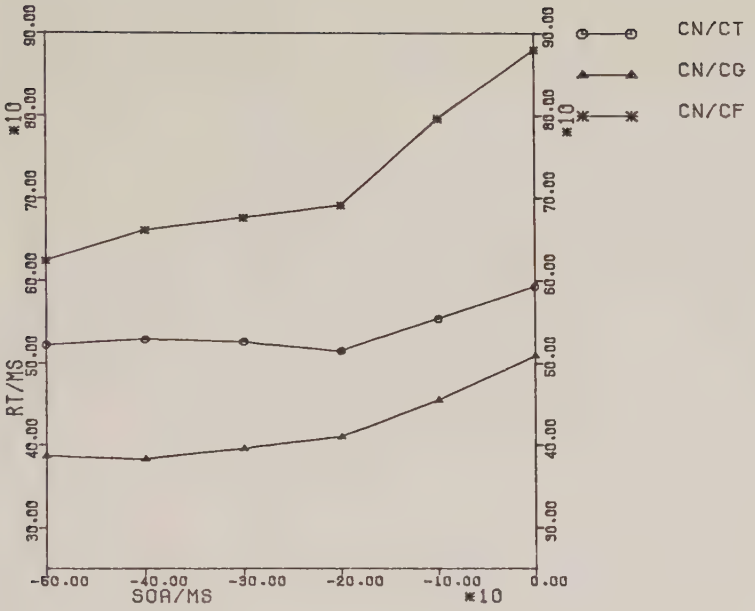


Abb. 24.
Mittlere RT für das Benennen (CN) von Kontrollreizen (CT), kongruenten (CG) und inkongruenten Reizen (CF) als Funktion des SOA in Experiment 3 mit variierten Reizwahrscheinlichkeiten.

mit der Reaktionszeit auf die Kontrollreize beim längsten SOA herangezogen. Der Mittelwert der Gruppe *Lesen* betrug für R/CT im Kontrollteil 411,66 ms, beim SOA -400 ms 412,50 ms, in der Gruppe *Farbenbenennen* lag der Wert für CN/CT im Kontrollteil bei 502,71 ms, bei SOA -400 ms bei 521,27 ms. Es bestanden somit wiederum keine Bedenken, die Reaktionszeiten für Kontrollreize im Doppelstimulationsexperiment als Basis zur Berechnung interessierender Zeitunterschiede heranzuziehen.

In Experiment 1 und 2 wurden keine Fehlerdaten berichtet. Dies hatte vor allem den Grund, daß - wie in den meisten Experimenten zum Stroop-Phänomen - Fehler zu selten waren, um eine statistische Auswertung zu ermöglichen.
In Experiment 3 nun erhielten die Vpn nicht wie in den

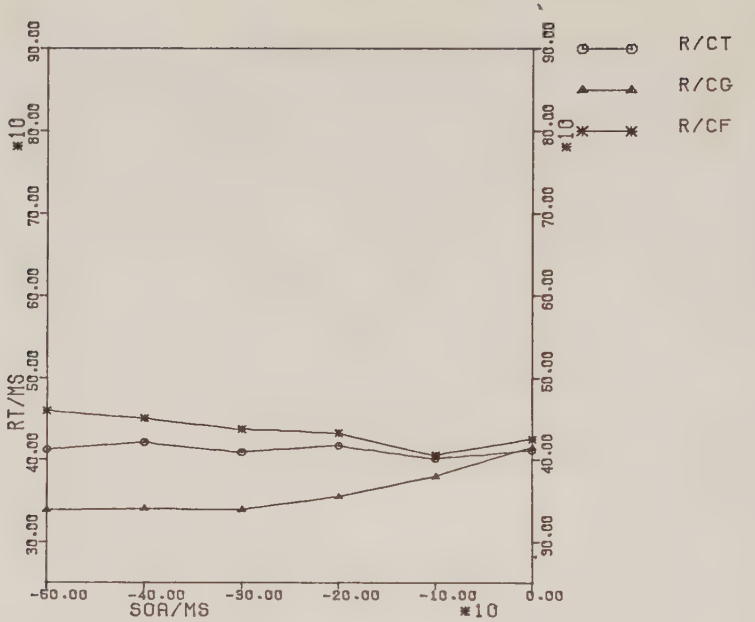


Abb. 25.
Mittlere RT für das Lesen (R) von Kontrollreizen (CT), kongruenten (CG) und inkongruenten Reizen (CF) als Funktion des SOA in Experiment 3 mit variierten Reizwahrscheinlichkeiten.

vorangegangenen Experimenten nur die allgemeine Instruktion "so schnell wie möglich, aber ohne Fehler" zu reagieren. Sie wurden vielmehr explizit aufgefordert, in der Mehrzahl der Fälle die Betonung besonders auf die Geschwindigkeit zu legen, in einer kleinen Zahl von Fällen dagegen besonders vorsichtig zu sein. Dies macht Experiment 3 anfälliger gegen das Argument eines Geschwindigkeits-Genauigkeits-Ausgleichs (engl. speed-accuracy tradeoff). Kurze Reaktionszeiten bei CG-Reizen würden danach nur aufgrund mangelnder Sorgfalt entstehen, langsame Reaktionszeiten bei CF-Reizen wären das Ergebnis des Versuchs, Fehler auf jeden Fall zu vermeiden. Diese Strategie sollte sich in einer hohen Fehlerzahl für CG-Reize und einer niedrigen für CF-Reize niederschlagen.
Um diesen Einwand gegen das Experiment zu überprüfen,

wurden die Fehler für beide Gruppen getrennt ausgezählt: in der Gruppe *Lesen* wurden insgesamt 50 Fehler gemacht. Dies sind 1,16 % von im Ganzen 4320 Reaktionen (6 Vpn x 6 SOAs x 120 Reize). Von diesen 50 Fehlern erfolgten 48 (96 %) in der Konfliktbedingung. In der Gruppe *Farbenbenennen* waren es 55 (1,27 %) Fehler, davon wiederum 48 (87,27 %) in der Konfliktbedingung.
Es wurden also in beiden Fällen beinahe alle Fehler in der langsamsten Bedingung gemacht. Die Daten dieses und der anderen Experimente dürften sich daher wohl kaum nur mithilfe eines Geschwindigkeits-Genauigkeits-Ausgleichs erklären lassen.

Interpretation

Sehr einfach ist die Interpretation der Daten der Gruppe *Farbenbenennen* (Abb. 24). Es handelt sich hierbei im Grunde um eine Replikation der entsprechenden Ergebnisse aus Experiment 2 (Abb. 16, S. 103) für negative SOAs, wobei wie erwartet sämtliche Effekte verstärkt auftraten. Bei SOA 0 ms beträgt der Stroop-Konflikt diesmal 287,3 ms gegenüber 72 ms in Experiment 2. Die Differenz hat sich vervierfacht! Sogar bei SOA -400 ms beträgt der Unterschied 132,64 ms im Vergleich zu 24,8 ms in Experiment 2. Dasselbe gilt für die kongruenten Reize: bei SOA -500 ms ist die Reaktionszeit um 135,01 ms gegenüber der Kontrollbedingung verringert, bei SOA -400 ms um 145,66 ms, in Experiment 2 nur um 30,56 ms. Auch bei SOA 0 ms ist diesmal noch ein deutlicher Unterschied vorhanden, es ist dies aber mit 84,41 ms die kleinste vorkommende Differenz. Wie Abb. 24 zeigt, wurde somit der Verlauf der CG-Reaktionszeiten, wie er sich schon in Experiment 2 angedeutet hatte, repliziert.

Enttäuschend erscheinen dagegen die Ergebnisse der Gruppe *Lesen* (Abb. 25). Die künstliche Erzeugung eines Antwortkonflikts führte zwar zu einer Verlängerung der Reaktionszeiten für Konfliktreize, die Unterschiede zur Kontrollbe-

dingung sind aber eher gering. Sie liegen, beginnend bei SOA -500 ms, zwischen 47,25 ms, 29,43 ms, 28,38 ms, 15,24 ms, 4,83 ms und 14,54 ms, wobei nur die größte Differenz auf dem 5%-Niveau signifikant ist. Schon allein diese geringfügigen Zeitunterschiede erlauben es wohl nicht, hier von einer dem klassischen Stroop-Konflikt vergleichbaren Störung der Reizverarbeitung zu sprechen. Dies zeigt sich auch bei einem Vergleich der Einzelreaktionszeiten für die Gruppe *Lesen* mit der Gruppe *Farbenbenennen*, wobei beispielhaft SOA -500 ms herausgegriffen werden soll. Unter Benennin-

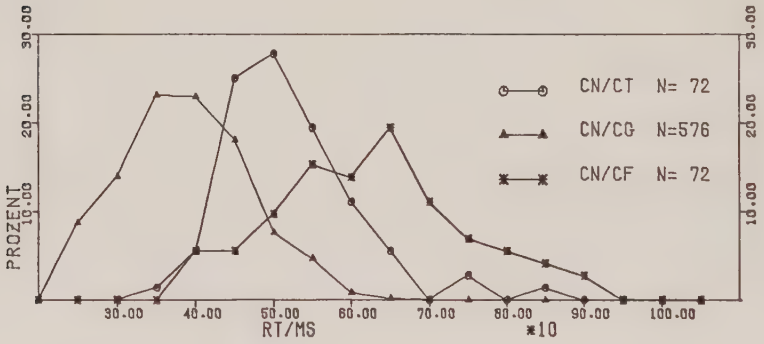


Abb. 26.

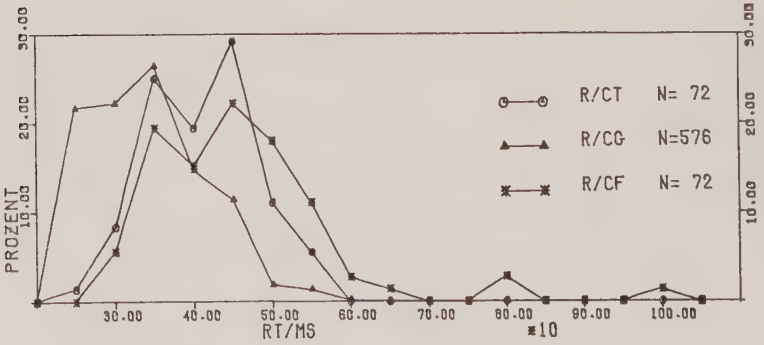


Abb. 27.
Relative Häufigkeit der Einzelreaktionszeiten auf Kontrollreize (CT), kongruente (CG) und inkongruente Reize (CF) bei SOA -500 ms der Gruppe *Farbenbenennen* (Abb. 26) und der Gruppe *Lesen* (Abb. 27) in Experiment 3.

struktion (Abb. 26) ist die ganze CN/CF-Verteilung nach rechts verschoben. Unter Leseinstruktion (Abb. 27) ist die R/CF-Verteilung beinahe identisch mit der R/CT-Verteilung, nur relativ wenige sehr lange RTs bedingen den Mittelwertsunterschied.

Noch bedeutsamer ist aber der z e i t l i c h e V e r l a u f der Differenz zwischen Konflikt- und Kontrollbedingung in der Lesegruppe. Nach dem Laufzeitmodell war zu erwarten, daß das Maximum der Störung zwischen SOA - 500 ms und SOA 0 ms liegen sollte. Aber auch dies ist nicht der Fall: die deutlichste Verlängerung liegt mit 47 ms bei SOA -500 ms. Nun könnte man dieses Ergebnis noch mit dem Laufzeitmodell dadurch in Einklang bringen, daß man annimmt, die Farbe müsse mindestens 500 ms vor dem Wort dargeboten werden, damit beide Signale gleichzeitig am Gatter eintreffen. Da aber die Zeit für das laute Benennen einer Farbe, die sicher länger ist als das interne verbale Codieren, nur bei ca. 500 ms liegt, scheint dieses Argument nicht akzeptabel.

Das Laufzeitmodell, das das Stroop-Phänomen als einen Antwortkonflikt zu erklären versuchte, konnte demnach Daten, bei denen künstlich ein Antwortkonflikt erzeugt wurde, nicht vorhersagen. Dies kann aber nur heißen, daß es in der von Glaser & Dolt (1977) vorgeschlagenen Form aufgegeben werden muß. Da dieses Modell nur eine Präzisierung der von den meisten Autoren angenommenen Antwortkonflikt-Hypothese darstellt, müßte damit ein großer Teil der Überlegungen zum Stroop-Phänomen als widerlegt gelten. Auf der anderen Seite zeigte sich in dem Experiment eine gewisse Störung, nur stimmte ihre Höhe und ihr zeitlicher Verlauf nicht mit dem zu erwartenden und in der Gruppe *Farbenbenennen* auch gefundenen Antwortkonflikt überein. Möglicherweise hilft zur Klärung dieser widersprüchlichen Befunde eine Betrachtung der Reaktionszeiten für kongruente Reize weiter. Hier erscheinen drei Aspekte besonders bedeutsam:

(1) Der Verlauf der Reaktionszeiten für kongruente Reize in der Gruppe *Lesen* in Experiment 3 (Abb. 25, S. 124) ist vergleichbar dem in der Gruppe *Farbenbenennen* in Experiment 2 (Abb. 16, S. 103) und Experiment 3 (Abb. 24, S. 123): die Reaktionszeiten sind beim längsten SOA am kürzesten und bei SOA 0 ms gleich denen der Kontrollreize. Diese drei Ergebnisse bestätigen somit die schon öfters geäußerte Hypothese, daß bei kongruenten Reizen eine Beschleunigung der Reaktion auf der Antwortebene stattfindet.

(2) In Experiment 3 liegen die Differenzen zwischen CG- und CT-Zeiten in der Gruppe *Lesen* - beginnend bei SOA -500 ms - zwischen 74,01 ms, 81,75 ms, 70,46 ms, 63,46 ms, 21,47 ms und 4,42 ms. Sie sind also deutlich geringer als in der Gruppe *Farbenbenennen*. Dies ließe sich im Sinne der oben genannten Hypothese damit erklären, daß die Reaktion auf ein Wort, aufgrund des automatischen Charakters des Leseprozesses, nicht so stark vom Bereitstellen der richtigen Antwortalternative profitieren kann wie die Reaktion auf die Farbe. Daß sich aber auch das Lesen durch eine zu 80 % der richtigen Antwort entsprechende Vorinformation noch beschleunigen läßt, zeigt der Vergleich der Gruppe *Lesen* von Experiment 3 (Abb. 25, S. 124) mit der Gruppe *Lesen* von Experiment 2 (Abb. 17, S. 104). In Experiment 2 trat keinerlei Reaktionserleichterung bei kongruenten Reizen auf.

(3) Der Verlauf der R/CG-Zeiten in Experiment 3 weist eine überraschende Ähnlichkeit mit den R/CF-Zeiten auf (Abb. 25, S. 124). Unabhängig von der absoluten Höhe der Differenz zur Kontrollbedingung zeigt sich die stärkste Erleichterung und Erschwerung der Reaktion beim längsten SOA, verringert sich allmählich und ist ab SOA -100 ms gleich Null. Es scheint, als ob die Unterdrückung einer irrelevanten Antwort annähernd den gleichen zeitlichen Gesetzmäßigkeiten gehorcht, wie das Profitieren von einer bereits vorliegenden relevanten Antwort. Obwohl hiermit nur etwas über den Zeitbedarf, einmal Verzögerung (R/CF) und einmal Be-

schleunigung (R/CG) gesagt ist, ergibt sich eventuell die Möglichkeit zur Neuinterpretation der bisherigen Experimente:

In der Situation eines künstlich erzeugten Antwortkonflikts (Gruppe *Lesen* von Exp. 3, Abb. 25) verlaufen die CG- und die CF-Zeiten spiegelbildlich. In allen anderen Fällen, in denen die klassische Stroop-Aufgabe gestellt wurde, war dies nicht der Fall. In der Gruppe *Farbenbenennen* von Experiment 2 (Abb. 16, S. 103) verlaufen die CG- und CF-Zeiten bis SOA -100 ms annähernd parallel, sie nähern sich aber dann nicht an, vielmehr erreicht der Stroop-Konflikt bei SOA 0 ms und SOA +100 ms sein Maximum, die Erleichterung bei Kongruenz dagegen ihr Minimum. Entsprechend ist das Ergebnis in der Gruppe *Farbenbenennen* in Experiment 3 (Abb. 24, S. 123).
Dies heißt aber: bei den längeren SOAs bis ca. -200 ms spricht der Verlauf von CF- u n d CG-Zeiten dafür, daß die Stroop-Situation vor allem durch einen A n t w o r t - k o n f l i k t gekennzeichnet ist. Das Unterdrücken einer irrelevanten Antwort bedeutet dabei zwar eine Störung, sie ist aber nicht sehr ausgeprägt, der Organismus kann sie relativ leicht überwinden. Die Differenz zwischen Konflikt- und Kontrollbedingung in der Gruppe *Farbenbenennen* in Experiment 2 liegt dementsprechend bei SOA -400 und -300 ms nur bei 24,8 und 20,37 ms, in der Gruppe *Lesen* in Experiment 3 bei 29,43 und 28,38 ms. Bei SOA 0 ms ist der Anteil des Antwortkonflikts an der gesamten Störung sehr gering. Er entspricht den seltenen Fällen, in denen der Verarbeitungszeitunterschied zwischen Wort und Farbe sehr viel größer ist als normalerweise zu erwarten.
Die steile Zunahme der CN/CF-Zeiten spätestens ab SOA -100 ms, mit ihrem Maximum bei SOA 0 ms und SOA +100 ms, wäre dann n i c h t durch einen Antwortkonflikt bedingt. Da eine Störung auf Wahrnehmungsebene, im Sinne von Hock und Egeth (1970), nicht in Betracht kommen dürfte (s. S. 35 ff.), scheint mir die Annahme eines E n c o d i e r u n g s - k o n f l i k t s am wahrscheinlichsten. Bei der Definition

dieses Begiffs möchte ich mich in etwa an die Vorstellungen von Seymour (1977) anlehnen: in der klassischen Stroop-Situation werden Wort und Farbe unabhängig voneinander bis zur visuellen Repräsentation verarbeitet, die Farbe anschließend im abstrakten semantischen Gedächtnis begrifflich codiert. Bei dieser Suche nach der Bedeutung der Farbe mit dem Ziel, die dazugehörige Antwort zu finden, kommt es zur Störung durch das semantisch ähnliche Wort, die begriffliche Codierung der Farbe wird verzögert. Relevanter und irrelevanter Code müssen erst wieder entflochten werden, bevor der richtige Begriff über das Logogensystem als Antwort bereitgestellt werden kann. Auch dieser Encodierungskonflikt ist natürlich a s y m m e t r i s c h , im Falle des Lesens wird die Farbe nur bis zur visuellen Repräsentation verarbeitet.
Wie sind damit aber die Ergebnisse der Gruppe *Lesen* in Experiment 3 vereinbar? Hier wurden die Vpn ja praktisch zur Weiterverarbeitung der Farbe gezwungen und dennoch trat bei den kurzen SOAs kein Encodierungskonflikt auf. Dies wäre damit zu erklären, daß die begriffliche Codierung eines Wortes weitgehend parallel zur visuellen Analyse verläuft, die semantische Interpretation eines Wortes sehr viel weniger Zeit benötigt als die einer Farbe. Eine in kurzem Abstand vor einem Wort erscheinende Farbe vermag deshalb dessen begriffliche Codierung nicht zu beeinflussen.

Es bliebe somit die Asymmetrie der Störung, wie sie für einen Antwortkonflikt typisch war, auch auf der Encodierungsebene erhalten. Damit stellt sich aber das Problem, daß mit der Annahme eines Encodierungskonflikts die bisher vorliegenden Daten nicht schlechter, aber auch nicht besser als mit der Antwortkonflikt-Hypothese erklärt werden können. Im folgenden soll deshalb versucht werden, experimentelle Belege für die Encodierungshypothese zu finden.

2.4 Experiment 4: die Zeitdiskrimination der Komponenten von Wort-Wort- und Farbe-Farbe-Reizen im Doppelstimulationsparadigma

Bietet man einer Vp nicht wie bisher e i n W o r t u n d e i n e F a r b e unter der Instruktion *Farbenbenennen* dar, sondern unter sonst gleichen Bedingungen z w e i F a r b e n , deren eine benannt werden soll, so ist diese Aufgabe unter der Annahme eines Antwortkonflikts völlig problemlos. Die relevante Farbe wird verbal codiert, die irrelevante Farbe kann diesen Prozeß nicht stören, da sie nur bis zur visuellen Repräsentation verarbeitet wird. Unter der Annahme eines Encodierungskonflikts dagegen führt die hohe semantische Ähnlichkeit beider Reize zu einer zeitweiligen Störung der Begriffsfindung, die natürlich um so stärker ist, je kürzer der Zeitabstand zwischen den zwei Farben ist.

Dasselbe gilt für die Darbietung z w e i e r F a r b w o r t e : die Überlegenheit der Wortverarbeitung, wie sie sich bisher gegenüber der Farbe zeigte, sollte verschwinden, wenn es sich beim irrelevanten Reiz um ein Wort aus der selben semantischen Kategorie handelt. Der Konflikt sollte beim Lesen eines von zwei Farbworten genauso auftreten wie beim Benennen einer von zwei Farben.

Nun läßt sich das bisher Gesagte auch noch mit einem Antwortkonflikt vereinbaren, wenn man im Falle der Farbe die Annahme macht, daß die Vp b e i d e Farben automatisch benennt. Allerdings ist ein Antwortkonflikt n u r b e i P r ä e x p o s i t i o n des irrelevanten Reizes zu erwarten. Unter der Encodierungshypothese sollte eine Störung dagegen s o w o h l u n t e r P r ä - a l s a u c h u n t e r P o s t e x p o s i t i o n des irrelevanten Reizes auftreten. Dies einfach deshalb, weil ein Reiz während der gesamten Dauer der Begriffsbildung für semantisch ähnliche, aber widersprüchliche Information anfällig ist.

Natürlich ist für all dies Voraussetzung, daß die Aufgabe analog zur klassischen Stroop-Situation keine Möglichkeit zur Eingangsselektion bietet, die Vp also nicht ihre Aufmerksamkeit selektiv auf den relevanten Reiz richten kann.

Methode

Personen

Teilnehmer des Experiments waren 16 Psychologiestudenten (9 weibliche, 7 männliche) im Alter von 19 bis 29 Jahren. Zeitraum des Experiments: 29.1.1980 bis 12.2.1980. Die Dauer des Versuchs betrug durchschnittlich 77 Minuten.

Material und Gerätetechnik

Material und Gerätetechnik dieses Experiments waren identisch mit denen von Experiment 3, sodaß sie nicht erneut beschrieben werden sollen.

Versuchsablauf

(1) Kontrollteil

Die Darbietung von 24 CN/CT- und 24 R/CT-Reizen erfolgte wie in Experiment 3.

(2) Hauptteil

Der Hauptteil bestand aus den zwei unabhängigen Teilversuchen *Lesen* (Darbietung zweier Farbworte) und *Farbenbenennen* (Darbietung zweier Farben), an denen jeweils 8 Vpn teilnahmen. Die beiden Reize konnten im Abstand von 300, 200, 100 oder 50 ms aufeinanderfolgen. Es ergaben sich somit vier negative SOAs (erster Reiz irrelevant, zweiter Reiz relevant) und vier positive SOAs (erster Reiz relevant,

zweiter Reiz irrelevant). Die SOAs wurden wie immer innerhalb eines Blocks, das Vorzeichen der SOAs über vier Blöcke hinweg konstant gehalten. Damit sollte verhindert werden, daß die Aufgabe durch einen häufigen Wechsel der zeitlichen Relation von relevantem und irrelevantem Reiz zusätzlich erschwert wurde. Die Reihenfolge der Blöcke 1 bis 4 wurde durch ein sequentiell balanciertes Lateinisches Quadrat vorgegeben, das bei der Darbietung der Blöcke 5 bis 8 in umgekehrter Richtung durchlaufen wurde. Die eine Hälfte der Vpn begann mit den positiven, die andere Hälfte mit den negativen SOAs, wobei vor dem Wechsel des Vorzeichens eine Pause von 5 bis 10 Minuten eingelegt wurde.

Jede Einzeldarbietung innerhalb eines Blocks von 12 CT-, 12 CG- und 12 CF-Reizen bestand aus zwei Reizen, die zeitlich nacheinander, räumlich übereinander dargeboten wurden. Im Falle der CF-Reize handelte es sich hierbei um zwei unterschiedliche, im Falle der CG-Reize um zwei gleiche Farben (bzw. Farbworte). Die CT-Reize bestanden in der Gruppe *Lesen* aus einem schwarz-weißen Farbwort und einer darüber oder darunter projizierten Reihe von sieben schwarz-weißen "I", in der Gruppe *Farbenbenennnen* aus einem farbigen und einem grauen Rechteck. Die Darbietung der CT-Reize war so programmiert, daß der relevante Reiz, unabhängig davon, ob er als erster oder zweiter erschien, immer der lesbare bzw. benennbare von beiden war.

Bei jeder Einzeldarbietung wurde der relevante Reiz in zufälliger Folge entweder über oder unter dem irrelevanten dargeboten. Da die Vp damit den Ort des Erscheinens des relevanten Reizes nie im voraus kannte, wurde sie gezwungen, ihre Aufmerksamkeit auf das gesamte Darbietungsfeld zu richten. Damit sollte analog zur klassischen Stroop-Situation ein selektives Beachten des relevanten Reizes unmöglich gemacht werden.

Da zu erwarten war, daß aufgrund unserer Lesetradition die Reaktion unter der Bedingung "relevanter Reiz oben" schneller

erfolgen dürfte als unter der Bedingung "relevanter Reiz unten", wurde die Zufallsfolge dahingehend eingeschränkt, daß bei je 12 CT-, CG- und CF-Reizen der relevante sechsmal über und sechsmal unter dem irrelevanten erschien.

Vor jedem Block wurden 6 bis 10 Übungsreize dargeboten. Bei den SOAs +50 ms und -50 ms wurden die Vpn auf die Möglichkeit hingewiesen, daß sie diesen kurzen Zeitabstand gelegentlich nicht wahrnehmen könnten, sei es aufgrund momentaner Unaufmerksamkeit oder eines zur Darbietung parallelen Lidschlags. Sie wurden gebeten, dies dem Vl mitzuteilen. In den seltenen Fällen, in denen die zeitliche Relation der Reize nicht wahrgenommen wurde, wurden diese zusammen mit jenen, auf die falsch reagiert worden war, später im Verlauf des Blocks nochmals dargeboten.

Ergebnisse

Die Daten des Hauptteils wurden mit einer dreifaktoriellen Varianzanalyse mit Meßwiederholung auf den Faktoren SOA (8 Stufen) und Reizbedingung (CT,CG,CF) ausgewertet. Der Haupteffekt des unabhängigen Faktors *Lesen/Farbenbenennen* war diesmal nur auf dem 5%-Niveau signifikant ($F = 8,44$; $df = 1,14$; $p < 0,05$). Die Faktoren SOA ($F = 27,15$; $df = 7,98$; $p < 0,01$) und Reizbedingung ($F = 132,68$; $df = 2,28$; $p < 0,01$) waren beide auf dem 1%-Niveau signifikant. Die Wechselwirkung zwischen den Variablen *Lesen/Farbenbenennen* und Reizbedingung war auf dem 5%-Niveau ($F = 4,31$; $df = 2,28$; $p < 0,05$) und die zwischen SOA und Reizbedingung ($F = 15,64$; $df = 14,196$; $p < 0,01$) auf dem 1%-Niveau signifikant. Dasselbe gilt für die Wechselwirkung zwischen allen drei Faktoren ($F = 2,18$; $df = 14,196$; $p < 0,01$). Nicht die Signifikanzgrenze erreichte die Wechselwirkung zwischen den Variablen *Lesen/Farbenbenennen* und SOA ($F = 1,88$; $df = 7,98$).
Die Berechnung des Dunnett-Tests zur Signifikanzprüfung von Einzelvergleichen zwischen CF- und CT-Zeiten und zwischen

CG- und CT-Zeiten erbrachte folgendes Resultat: die kritische Differenz, ab der Mittelwertsunterschiede auf dem 1%-Niveau signifikant sind, liegt für den einseitigen Test bei 30,34 ms, für den zweiseitigen Test bei 33,06 ms. Für das 5%-Niveau liegen die Werte bei 22,75 ms (einseitiger Test) und 26,19 ms (zweiseitiger Test).

Vor der Interpretation der Daten sei noch kurz der Vergleich der Reaktionszeiten unter Einzelstimulation (Kontrollteil) mit denen bei den längsten SOAs unter Doppelstimulation angeführt:
Der Mittelwert der Gruppe *Farbenbenennnen* lag für CN/CT im Kontrollteil bei 487,97 ms, bei SOA -300 ms betrug er 470,86 ms und bei SOA +300 ms betrug er 469,03 ms. Der analoge Vergleich ergab für die Gruppe *Lesen* 422,67 ms für R/CT im Kontrollteil gegenüber 408,22 ms für R/CT bei SOA -300 ms und 386,21 ms für R/CT bei SOA +300 ms. Der letzte Wert liegt zwar deutlich unter dem des Kontrollteils, da es sich hierbei aber um die einzige wesentliche Abweichung handelt, die zudem beim zweitlängsten SOA +200 ms mit 402,01 ms nicht mehr auftauchte, kann sie wohl vernachlässigt werden. In Abbildung 28 sind die Ergebnisse der Gruppe *Farbenbenennen*, in Abbildung 29 die Ergebnisse der Gruppe *Lesen* wiedergegeben.

Interpretation

Wie die Abbildungen 28 und 29 zeigen, verlaufen die CT-, CG- und CF-Zeiten in beiden Gruppen sehr ähnlich, was statistisch in der diesmal nicht signifikanten Wechselwirkung zwischen dem Faktor SOA und dem Faktor *Lesen/Farbenbenennnen* zum Ausdruck kommt. Die beiden Abbildungen gleichen sich aber nicht nur untereinander, sie zeigen auch eine deutliche Übereinstimmung mit Abb. 16 (S. 103), in der die Reaktionszeiten der Gruppe *Farbenbenennen* in Experiment 2 dargestellt sind. Es scheint demnach mit den einfachen Reizen dieses Experiments gelungen zu sein, beim Benennen u n d beim

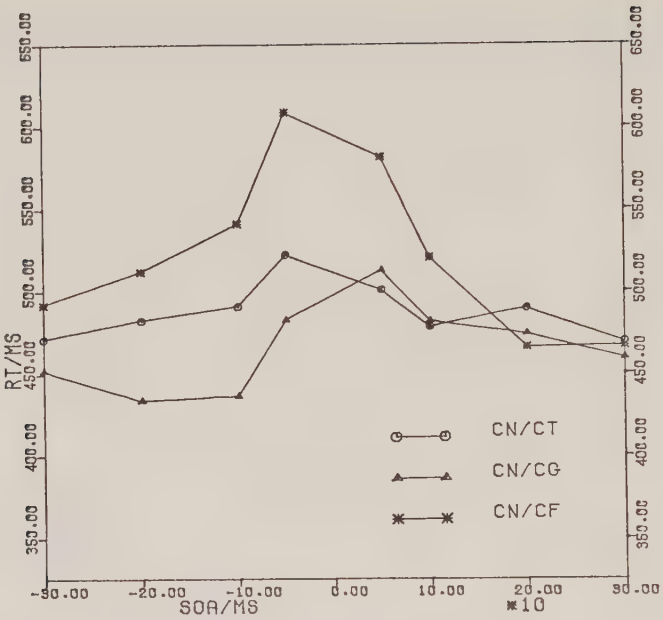


Abb. 28.
Mittlere RT der Gruppe *Farbenbenennen* (CN = Reaktion auf Farbe-Farbe-Reize) für Kontrollreize (CT), kongruente (CG) und inkongruente Reize (CF) als Funktion des SOA in Experiment 4 unter Zeitdiskrimination.

Lesen eine dem Stroop-Konflikt vergleichbare Störung der Reizverarbeitung zu erzeugen. Die Ähnlichkeit der drei Gruppen besteht aber nicht nur im allgemeinen Verlauf, sie zeigt sich auch bei Betrachtung der Reaktionszeitdifferenzen: in allen drei Fällen ist die Störung mit ca. 30 ms bei den längsten negativen SOAs am geringsten, steigt dann an und erreicht mit ca. 70 ms bei SOA 0 und +100 ms in Experiment 2 und mit ca. 80 - 100 ms bei SOA -50 und +50 ms in Experiment 4 ihr Maximum. Auch in Experiment 4 ist in beiden Gruppen bei SOA +100 ms noch eine deutliche Störung von 50 ms vorhanden. Gerade dieses Datum scheint aber nur unter der Annahme eines Encodierungskonflikts erklärbar: während die Störung des Farbenbenennens durch ein 100 ms später dargebotenes Wort in Experiment 2 noch mit der Antwortkonflikt-Hypothese vereinbar war, ist dies bei der

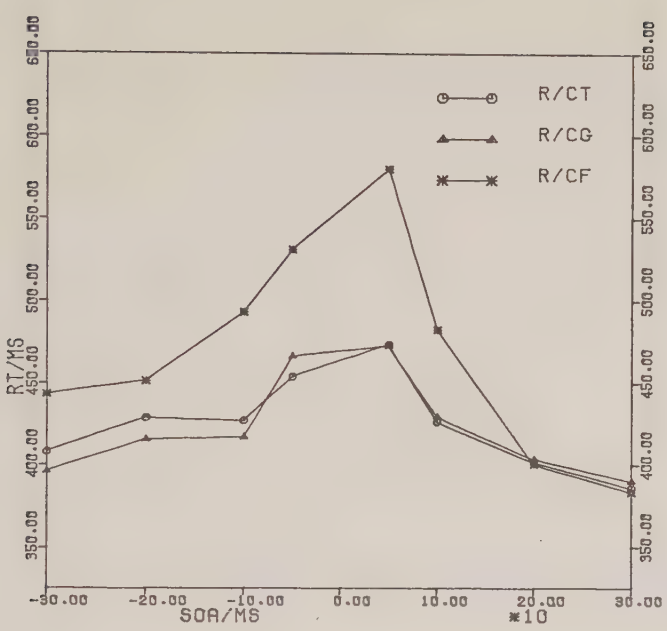


Abb. 29.
Mittlere RT der Gruppe *Lesen* (R = Reaktion auf Wort-Wort-Reize) für Kontrollreize (CT), kongruente (CG) und inkongruente Reize (CF) als Funktion des SOA in Experiment 4 unter Zeitdiskrimination.

Darbietung zweier Farben (zweier Farbworte), die beide gleich schnell verarbeitet werden, wohl kaum möglich. So ist es z. B. nach dem Laufzeitmodell von Glaser & Dolt (1977) schwer vorstellbar, wie eine erste Farbantwort, für die das Gatter präparatorisch geöffnet werden kann, noch durch eine 100 ms später eintreffende zweite Farbantwort beeinträchtigt werden soll.

Nach der Encodierungshypothese dagegen ist ein Reiz während der gesamten Dauer seiner semantischen Interpretation gegenüber ähnlicher, aber widersprechender Information störanfällig. Die in b e i d e n Gruppen in Experiment 4 gefundene S y m m e t r i e der Störung zwischen SOA -50 ms und +50 ms und zwischen SOA -100 ms und +100 ms stimmt damit völlig überein. Der massive Konflikt im Bereich von

SOA -100 ms bis SOA +100 ms zeigt sich auch bei Betrachtung der Varianzenverteilung. Sowohl in der Gruppe *Farbenbenennen* in Abbildung 30, als auch in der Gruppe *Lesen* in Abbildung 31 finden sich die höchsten Varianzen in diesem Intervall.

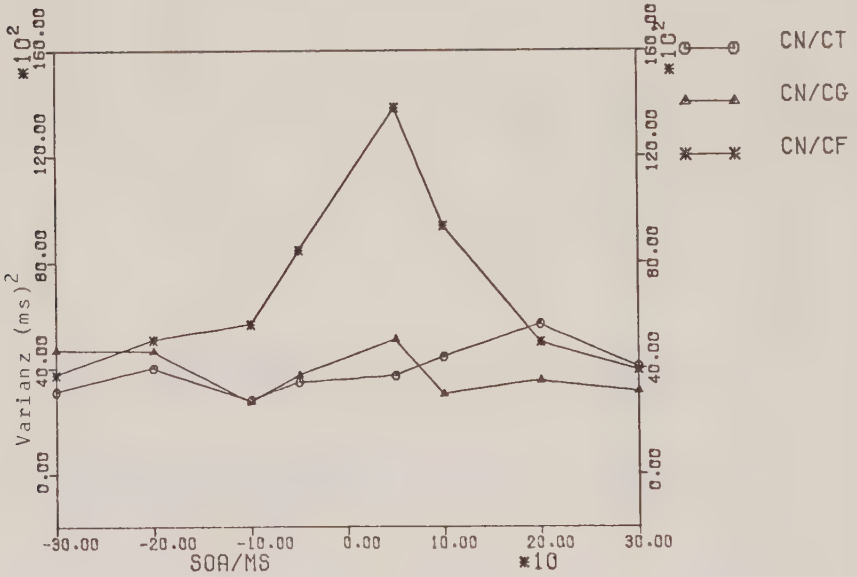


Abb. 30.
Mittlere Varianz für das Benennen (CN) von Farbe-Farbe-Reizen (CT = Kontrolle, CG = Kongruenz, CF = Konflikt) als Funktion des SOA in Experiment 4 unter Zeitdiskrimination.

Die leichte Störung von ca. 30 ms, die sich auch noch bei den beiden längsten negativen SOAs (-200 und -300 ms) findet, kann sicherlich nicht mehr durch einen Encodierungskonflikt bedingt sein. Wie in Experiment 2 würde ich sie mithilfe eines Antwortkonflikts erklären. Dieser zeigte sich aber nicht nur in der Lesegruppe, wo er aufgrund des automatisch ablaufenden Leseprozesses zu erwarten war, sondern auch beim Farbenbenennen. Dies bedeutet aber, daß die Vpn in diesem Experiment die irrelevante Farbe, zumindest in einem gewissen Ausmaß, verbal codierten. Hier-

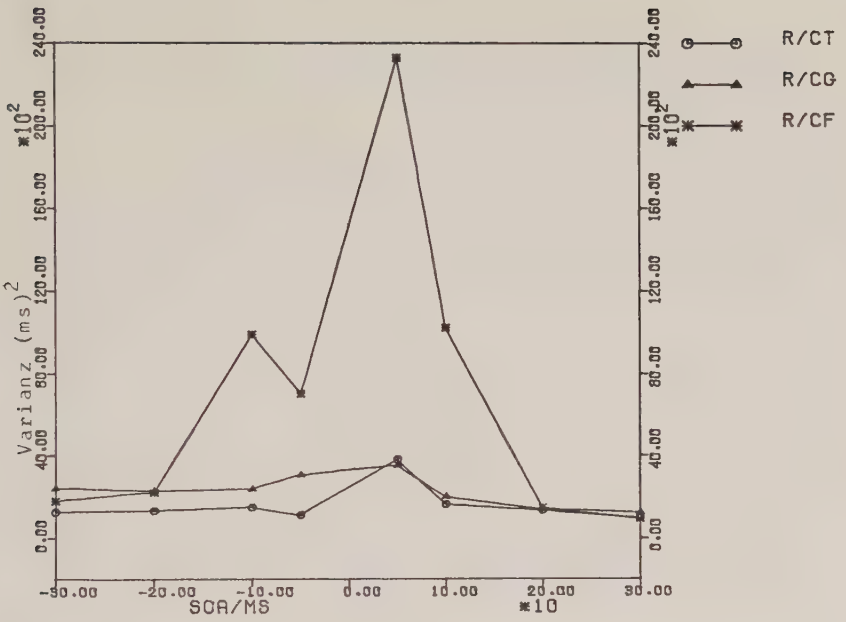


Abb. 31.
Mittlere Varianz für das Lesen (R) von Wort-Wort-Reizen (CT = Kontrolle, CG = Kongruenz, CF = Konflikt) als Funktion des SOA in Experiment 4 unter Zeitdiskrimination.

für spricht auch der Verlauf der Reaktionszeiten für kongruente Reize: es kam zu der üblichen Reaktionszeitverkürzung, am ausgeprägtesten bei den längsten SOAs, und gerade sie war ja bisher als ein Antwortphänomen interpretiert worden. Interessanterweise zeigen sich im Verlauf der CG-Zeiten wieder deutliche Unterschiede zwischen Lesen und Farbenbenennen. Beim Farbenbenennen liegt die Differenz zu den CT-Zeiten im Intervall von SOA -300 bis -100 ms bei durchschnittlich 40,58 ms, beim Lesen bei 11,82 ms. Dies repliziert die in Experiment 3 gefundenen Daten und bestätigt die dort geäußerte Vermutung (s. S. 128), daß der Leseprozeß auf der Antwortebene nicht wesentlich beschleunigt werden kann.

2.5 Experiment 5: die Verarbeitung von Wort-Wort- und Farbe-Farbe-Reizen bei konfundierter Orts- und Zeitdiskrimination (Kontrolle 1)

Experiment 4 wurde unter der Annahme durchgeführt, daß die Variation des Ortes, an dem der relevante Reiz erscheint, eine Eingangsselektion auf Seiten der Vp verhindert. Analog zur normalen Stroop-Situation sollte ein selektives Beachten des relevanten Reizes unmöglich gemacht werden. Es lag daher nahe, in einem Kontrollexperiment die Abhängigkeit der gefundenen experimentellen Effekte von dieser Voraussetzung zu überprüfen. Dies bedeutet: ermöglicht man den Vpn eine Eingangsselektion, indem man, unter sonst gleichen Bedingungen, den Ort des Erscheinens des relevanten Reizes konstant hält, so sollte die Aufgabe ohne Schwierigkeiten gelöst werden können. Die massiven Störungen der Reizverarbeitung, wie sie sich in Experiment 4 gezeigt hatten, sollten nicht mehr auftreten.

Methode

Personen

Am Versuch nahmen 16 Psychologiestudenten (11 weibliche, 5 männliche) im Alter von 20 bis 42 Jahren teil. Das Experiment wurde in der Zeit vom 13.2.1980 bis zum 29.2.1980 durchgeführt und dauerte durchschnittlich 80 Minuten.

Material und Gerätetechnik

Material und Gerätetechnik waren identisch mit denen von Experiment 3 und 4, sodaß sie nicht erneut beschrieben werden sollen.

Versuchsablauf

Der gesamte Versuch verlief völlig analog zu Experiment 4.

Der einzige Unterschied bestand darin, daß der Ort des Erscheinens des relevanten Reizes pro Vp konstant gehalten wurde. Für jeweils 4 der 8 Vpn, die am Teilversuch *Lesen* (bzw. *Farbenbenennen*) teilnahmen, erschien der relevante Reiz immer über dem irrelevanten, unabhängig davon, ob er zeitlich als erster (positive SOAs) oder als zweiter (negative SOAs) dargeboten wurde. Die restlichen 4 Vpn hatten immer auf den unteren Reiz zu reagieren.

Ergebnisse

Die Daten wurden mit einer dreifaktoriellen Varianzanalyse mit Meßwiederholung auf den Faktoren SOA (8 Stufen) und Reizbedingung (CT,CG,CF) ausgewertet. Der Haupteffekt des unabhängigen Faktors *Lesen/Farbenbenennen* war auf dem 1%-Niveau signifikant ($F = 18,00$; $df = 1,14$; $p < 0,01$). Dasselbe gilt für den Faktor Reizbedingung ($F = 72,01$; $df = 2,28$; $p < 0,01$), die Wechselwirkung zwischen *Lesen/Farbenbenennen* und Reizbedingung ($F = 12,29$; $df = 2,28$; $p < 0,01$) und für die Wechselwirkung zwischen SOA und Reizbedingung ($F = 7,54$; $df = 14,196$; $p < 0,01$). Nicht signifikant waren dagegen der Haupteffekt des Faktors SOA ($F = 1,80$; $df = 7,98$) und dessen Wechselwirkung mit *Lesen/Farbenbenennen* ($F = 1,37$; $df = 7,98$;). Dasselbe gilt für die dreifache Wechselwirkung ($F = 0,87$; $df = 14, 196$).

Zur Signifikanzprüfung von Einzelvergleichen zwischen CF- und CT-Zeiten und zwischen CG- und CT-Zeiten wurde der Dunnett-Test berechnet: die kritische Differenz, ab der Mittelwertsunterschiede auf dem 1%-Niveau signifikant sind, liegt für den einseitigen Test bei 19,15 ms, für den zweiseitigen Test bei 20,87 ms. Für das 5%-Niveau liegen die kritischen Differenzen bei 14,37 ms (einseitiger Test) und bei 16,54 ms (zweiseitiger Test).

Abbildung 32 zeigt die mittleren Reaktionszeiten der Gruppe *Farbenbenennen*, Abbildung 33 die der Gruppe *Lesen*. In Abbildung 34 sind die Varianzen der Gruppe *Farbenbenennen*, in Abbildung 35 die der Gruppe *Lesen* wiedergegeben.

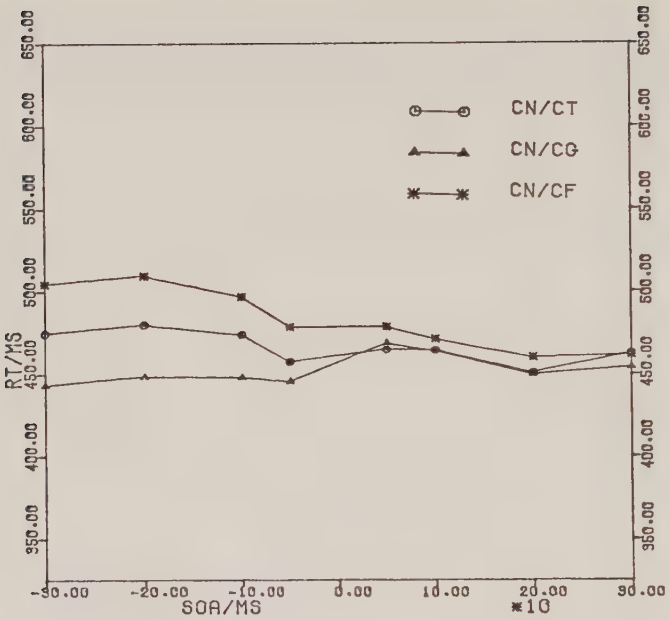


Abb. 32.
Mittlere RT der Gruppe *Farbenbenennen* (CN = Reaktion auf Farbe-Farbe-Reize) für Kontrollreize (CT), kongruente (CG) und inkongruente Reize (CF) als Funktion des SOA in Experiment 5 bei konfundierter Orts- und Zeitdiskrimination (Kontrolle 1).

Interpretation

Die Reaktionszeiten für die Gruppe *Lesen* und die Gruppe *Farbenbenennen* verlaufen wie im vorangegangenen Experiment sehr ähnlich. Auch diesmal ist die Wechselwirkung zwischen *Lesen/Farbenbenennen* und SOA nicht signifikant. Im Unterschied zu Experiment 4 ist aber auch der Haupteffekt des Faktors SOA nicht signifikant. Wie auch die Abbildungen 32 und 33 zeigen, bleiben die Reaktionszeiten, betrachtet man die CT-,CG- und CF-Zeiten zusammengenommen, über die verschiedenen SOAs hinweg annähernd konstant. Damit hat sich aber die Vermutung, daß die in Experiment 4 gefundenen Effekte von einer Verhinderung der selektiven Aufmerksamkeit abhängig sind, voll bestätigt. Die geringe Schwierig-

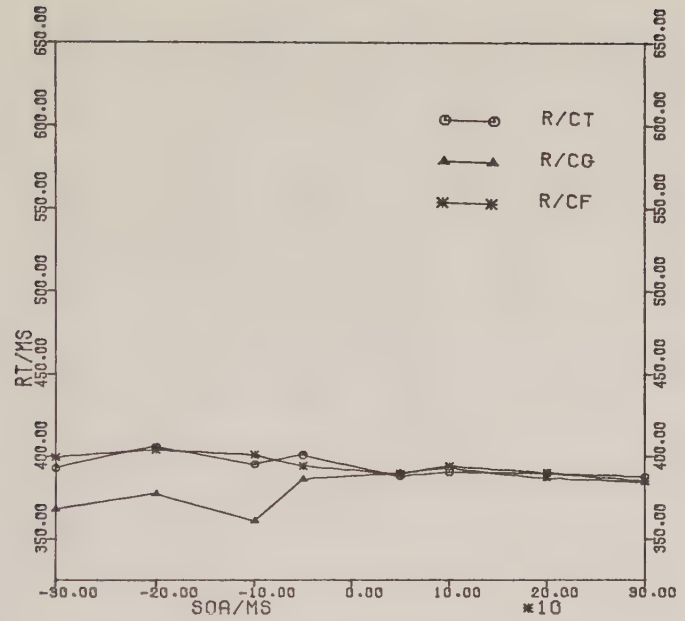


Abb. 33.
Mittlere RT der Gruppe *Lesen* (R = Reaktion auf Wort-Wort-Reize) für Kontrollreize (CT), kongruente (CG) und inkongruente Reize (CF) als Funktion des SOA in Experiment 5 bei konfundierter Orts- und Zeitdiskrimination (Kontrolle 1).

keit der Aufgabe zeigt sich auch in der Verteilung der Varianzen in Abbildung 34 und 35, die drei Funktionen zeigen in beiden Gruppen keine nennenswerten Unterschiede.

Schwierig zu interpretieren ist allerdings der signifikante Effekt der Variablen Reizbedingung und deren Wechselwirkung mit der Variablen *Lesen/Farbenbenennen*. So zeigt sich in der Gruppe *Farbenbenennen* eine deutliche Reaktionserleichterung für kongruente Reize bei den langen negativen SOAs, die von einer entsprechenden Reaktionsverlangsamung für Konfliktreize begleitet ist. In der Gruppe *Lesen* dagegen findet sich nur eine Reaktionserleichterung, die Konfliktreize unterscheiden sich nicht von den Kontrollreizen. Es ergibt sich somit der merkwürdige Befund, daß in diesem Experiment die CG-Funktionen für Lesen und Benennen annähernd

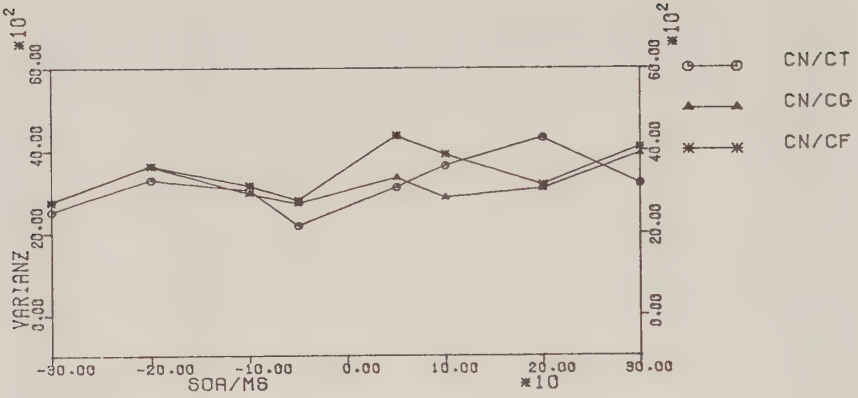


Abb. 34.

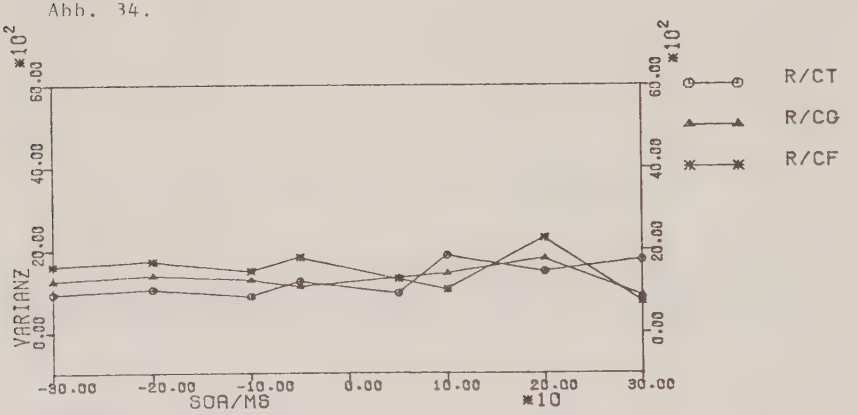


Abb. 35.
Mittlere Varianz der Gruppe *Farbenbenennen* (Abb. 34) und der Gruppe *Lesen* (Abb. 35) für Kontrollreize (CT), kongruente (CG) und inkongruente Reize (CF) als Funktion des SOA in Experiment 5.

gleich verlaufen, die CF-Funktionen dagegen verschieden sind, während im vorangegangenen Experiment 4 die CF-Funktionen gleich, die CG-Funktionen verschieden waren. Sicher gäbe es Möglichkeiten, diese scheinbaren Widersprüche zu erklären, es müßten dazu aber relativ willkürliche a posteriori Annahmen gemacht werden. Es erscheint mir daher besser, dieses Problem im Moment ungelöst zu lassen. Wichtig ist, daß das Kontrollexperiment seinen eigentlichen Zweck erfüllt hat: es trat keine dem vorangegangenen Experiment vergleichbare Störung auf.

2.6 Experiment 6: die Zeitdiskrimination der Komponenten von Wort-Wort- und Farbe-Farbe-Reizen ohne semantischen Bezug zum Reizinhalt (Kontrolle 2)

In Experiment 4 hatte die Vp die zeitliche Aufeinanderfolge zweier Reize zu diskriminieren und danach auf den ersten oder zweiten zu reagieren. Wie erwähnt, kam es beim kürzesten SOA gelegentlich vor, daß der Vp die zeitliche Unterscheidung nicht gelang. Sie sollte dies dem Vl mitteilen, der die betreffende Reaktionszeit eliminierte. Dieses Vorgehen erschien auf den ersten Blick unproblematisch, im nachhinein ergab sich aber folgendes Problem:
Obwohl ein Zeitabstand von 50 ms nach allem, was aus der Literatur bekannt ist, noch deutlich über der Unterschiedsschwelle liegen dürfte, könnte es dennoch möglich sein, daß diese Unterscheidung schon so schwierig ist, daß allein dadurch die stark verlängerten Reaktionszeiten für Konfliktreize bei den kürzesten SOAs erklärt werden könnten. Ursprünglich wurde davon ausgegangen, daß durch die gleichzeitige Darbietung von Kontrollreizen dieses Problem gelöst wäre. Die Kontrollbedingung sollte allein die Schwierigkeit der zeitlichen Diskrimination zweier Reize wiederspiegeln. Bei näherer Betrachtung zeigte sich aber, daß die Kontrollreize dafür nicht geeignet waren:
Wie erwähnt, bestanden sie aus einer Farbe und einem grauen Hintergrund, bzw. aus einem Farbwort und sieben "I", wobei der Versuch so programmiert war, daß der relevante Reiz immer der benenn- bzw. lesbare war. Dies hatte aber zur Folge, daß die Vpn, selbst wenn sie die zeitliche Aufeinanderfolge nicht wahrgenommen hatten, im nachhinein immer wußten, welches der relevante Reiz gewesen sein mußte. Dies bedeutet, daß die Kontrollreize als Maß für die Schwierigkeit der Zeitdiskrimination letztlich nicht geeignet waren.

Aus diesem Grunde erschien es notwendig, ein weiteres Kontrollexperiment durchzuführen, in dem, unter Verwendung der Versuchsanordnung von Experiment 4, die Vpn nur auf die

zeitliche Aufeinanderfolge der Reize zu reagieren hatten. In Experiment 6 wurden sie deshalb instruiert, mit der Antwort "oben" oder "unten" anzugeben, ob der zeitlich erste Reiz räumlich über oder unter dem zweiten Reiz erschienen war (positive SOAs). Diese Instruktion galt gleichermaßen für CT-, CG- und CF-Reize, eine semantische Unterscheidung war nicht verlangt. War die Reaktionszeitverlängerung für Konfliktreize bei SOA +50 und -50 ms in Experiment 4 nur auf eine erschwerte Zeitdiskrimination zurückzuführen, so sollte sie in Experiment 6 in gleichem Maße auftreten, wobei sich jetzt CT-, CG- und CF-Zeiten nicht unterscheiden dürften. Handelte es sich in Experiment 4 dagegen um ein semantisches Problem, so sollte die Verlängerung der Reaktionszeiten bei SOA +50 ms und -50 ms in Experiment 6 nicht wesentlich höher sein als die für die Kontrollreize in Experiment 4.

Methode

Personen

Am Experiment nahmen 12 Psychologiestudenten (6 männliche, 6 weibliche) im Alter von 20 bis 28 Jahren teil. Der Versuch wurde in der Zeit vom 14.4.1980 bis zum 29.4.1980 durchgeführt und dauerte durchschnittlich 60 Minuten.

Material und Gerätetechnik

Material und Gerätetechnik waren identisch mit denen der drei vorangegangenen Experimente.

Versuchsablauf

Der gesamte Versuch verlief im Prinzip wie Experiment 4, allerdings wurden nur die 3 positiven SOAs +50, +100 und +200 ms verwendet. Jede Vp bekam sowohl Wort-Wort- als auch Farbe-Farbe-Reize dargeboten, wobei die eine Hälfte

der Vpn mit den 3 Wortblöcken, die andere Hälfte mit den 3 Farbblöcken begann. Jeder Vp wurde eine von 6 möglichen Zufallsfolgen der 3 SOAs zugeordnet. In dieser Anordnung wurden sowohl die 3 Farb- als auch die 3 Wortblöcke durchlaufen.

Ergebnisse

Die Daten wurden mit einer dreifaktoriellen Varianzanalyse mit Meßwiederholung auf allen drei Faktoren ausgewertet. Neben dem Haupteffekt des Faktors SOA, der auf dem 1%-Niveau signifikant war ($F = 35,82$; $df = 2,187$; $p < 0,01$), war nur noch der Faktor Farbe-/Wortreiz auf dem 5%-Niveau signifikant ($F = 4,86$; $df = 1,187$; $p < 0,05$). Die F-Werte aller anderen Haupteffekte und Wechselwirkungen lagen weit unter der Signifikanzgrenze: Reizbedingung ($F = 0,04$; $df = 2,187$), Wechselwirkung zwischen Farbe-/Wortreiz und SOA ($F = 2,79$; $df = 2,187$), zwischen Farbe-/Wortreiz und Reizbedingung ($F = 0,14$; $df = 2,187$), zwischen SOA und Reizbedingung ($F = 0,18$; $df = 4,187$) und die dreifache Wechselwirkung ($F = 0,16$; $df = 4,187$).

Der Dunnett-Test zur Signifikanzprüfung von Einzelvergleichen zwischen CF- und CT-Zeiten und zwischen CG- und CT-Zeiten erbrachte folgendes Resultat: auf dem 1%-Niveau liegt die kritische Differenz zwischen zwei Mittelwerten bei 17,08 ms (einseitiger Test) und bei 18,61 ms (zweiseitiger Test), auf dem 5%-Niveau bei 12,81 ms (einseitiger Test) und bei 14,74 ms (zweiseitiger Test).
Abbildung 36 zeigt die mittleren Reaktionszeiten für Farbreize, Abbildung 37 die für Wortreize.

Interpretation

Wie geplant, stellte Experiment 6 eine reine Zeitdiskriminationsaufgabe dar, eine inhaltliche Interpretation der Reize fand offensichtlich nicht statt. Dies zeigt sich zum einen darin, daß der übliche Unterschied bei der Reaktion

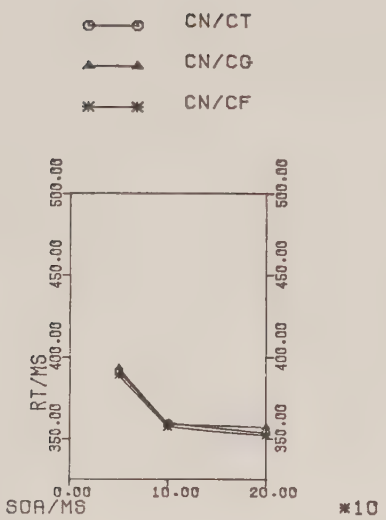


Abb. 36.

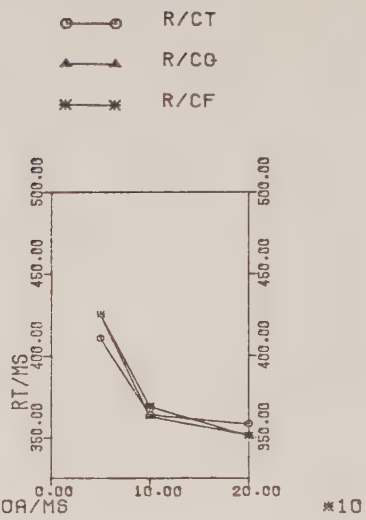


Abb. 37.

Mittlere RT der Gruppe *Farbenbenennen* (CN = Reaktion auf Farbe-Farbe-Reize, Abb. 36) und der Gruppe *Lesen* (R = Reaktion auf Wort-Wort-Reize, Abb. 37) für Kontrollreize (CT), kongruente (CG) und inkongruente Reize (CF) als Funktion des SOA in Experiment 6 (Kontrolle 2; Antwort: "oben/unten").

auf Wort- und Farbreize beinahe verschwunden ist, die Reaktionszeit für Worte ist sogar noch 11,83 ms länger als die für Farben, was durch die größere visuelle Komplexität der Wortreize bedingt sein mag. Zum anderen sind auch die Reaktionszeiten für CT-, CG- und CF-Reize praktisch ununterscheidbar.

Der signifikante Effekt des Faktors SOA zeigt, daß die Wahrnehmung einer Zeitdifferenz von 50 ms eine relativ schwierige Aufgabe zu sein scheint. Dieses Ergebnis war allerdings schon deshalb zu erwarten, weil auch in Experiment 4 die Reaktion auf Kontrollreize bei SOA +50 und -50 ms eine deutliche Zunahme gegenüber SOA +100 und -100 ms aufwies (s. Abb. 28 und Abb. 29). Wichtiger ist, ob die Verlängerung in Experiment 6 deutlich höher ist als in

Experiment 4: für Wort- und Farbreize zusammengenommen ergibt sich in Experiment 6 eine Reaktionszeitverlängerung von SOA +100 ms auf SOA +50 ms von 43,77 ms. Nimmt man als beste Schätzung für diesen Wert in Experiment 4 den Mittelwert aus der Differenz zwischen SOA +100 und +50 ms und zwischen SOA -100 und -50 ms für Wort- und Farbreize zusammengenommen, so ergibt sich eine durchschnittliche Erschwerung um 31,82 ms. Dies heißt aber: die Annahme, daß die Vpn in Experiment 4 "in Wirklichkeit" die Zeitdiskrimination gar nicht durchgeführt haben, trifft, wenn überhaupt, nur in geringem Maße zu. Die Zeitdifferenz zwischen Konflikt- und Kontrollreizen in Experiment 4 mag in Wirklichkeit etwas geringer sein, die generelle Interpretation der Ergebnisse wird dadurch nicht beeinträchtigt.

2.7 Schlußbemerkung

Abgesehen von Experiment 1, das nicht der Überprüfung einer speziellen Hypothese diente, legen es die Befunde der Experimente 2 bis 6 nahe, die Encodierungsphase als die für widersprüchliche semantische Information empfindlichste Stufe der Reizverarbeitung zu betrachten. Obwohl die Vpn übereinstimmend die Schwierigkeit der Aufgabe als durch einen Antwortkonflikt bedingt erleben, scheint diese Introspektion zu täuschen. Die Daten von Experiment 3 sprechen dafür, daß sich nur ein geringer Anteil der Störung durch einen Antwortkonflikt erklären läßt.
Mit der Hypothese eines Encodierungskonflikts sind aber auch die Ergebnisse zum "semantischen Gradienten" im Sinne Kleins (1964) besser vereinbar als mit einem Antwortkonflikt-Modell. Wie erwähnt (S. 32) nehmen z. B. Glaser & Dolt (1977) an, daß ein mit Farbnamen assoziativ verbundenes Wort wie *HIMMEL* über semantische Nebenschlüsse in die Antwort "blau" übersetzt wird, die dann das Farbenbenennen stört. Bedenkt man aber, daß in einem Assoziationsexperiment, in dem die Vp explizit aufgefordert wird, auf *HIMMEL* mit der ersten ihr einfallenden Farbe zu antworten, Reaktionszeiten auftreten, die wesentlich länger sind als die Benennzeiten für Farben, so erscheint diese Annahme eher unwahrscheinlich: von der reinen Laufzeit her gesehen dürfte die irrelevante Antwort "blau" für *HIMMEL* wohl nie vor der relevanten vorliegen. Mit einer Encodierungshypothese sind dagegen die Daten zum "semantischen Gradienten" leicht zu erklären: das Wort *HIMMEL* hat immerhin so viele semantische Merkmale mit der Farbe *blau* gemeinsam, daß es deren Begriffsbildung noch zu stören vermag.

Trotz der massiven Reaktionszeitverlängerung beim Benennen von Stroop-Reizen, die auch subjektiv als deutliche Anstrengung erlebt wird, werden in der Regel nur wenige Fehler gemacht. Die Vpn sind offensichtlich in der Lage, den Konflikt zwischen relevanter und irrelevanter Information zu

lösen und die richtige Antwort auszuwählen. Damit wird aber ein Mangel aller bisherigen Erklärungen des Stroop-Phänomens deutlich: sie geben nicht an, wie während der Verarbeitung eines Stroop-Reizes die Information über die korrekte Reiz-Reaktions-Zuordnung aufrechterhalten wird, oder anders ausgedrückt: wenn das Wort *ROT*, auf welcher Stufe auch immer, die Verarbeitung der Farbe *blau* stört, woher weiß dann der Organismus, daß die richtige Antwort "blau" und nicht "rot" lautet? In diesem Sinne schreibt z. B. Dyer (1973c, S. 118) am Ende seines Übersichtsreferats zum Stroop-Phänomen: "Of course many things are absent in this explanation, including how the identity of the correct aspect and/or incorrect aspect for response is maintained." Auch Stirling (1979, S. 130) stellt die Frage: "How is the appropriate code/response selected?" Andererseits scheint mir hier ein Problem angesprochen, das zwar bei Stroop-Reizen aufgrund der Unmöglichkeit zur räumlichen Selektion des relevanten Reizes besonders deutlich in Erschienung tritt, das aber im Grunde für jede andere Aufgabe auch gilt. Angenommen, eine Vp hat einen roten Kreis von einem blauen Rechteck zu unterscheiden und angenommen, die einzelnen Merkmale werden unabhängig voneinander und parallel analysiert, so erhebt sich auch hier die Frage, woher die Vp am Ende weiß, daß die Farbe *rot* zum Kreis gehört und nicht zum Rechteck. Auch in diesem Fall muß der Organismus eine Möglichkeit besitzen, die Zuordnung von sensorischem Eingang zu den Ergebnissen der verschiedenen Merkmalsanalysatoren mit irgendeiner Form von Markierung aufrechtzuerhalten. Wie dies geschieht, ist aber meines Wissens in der Kognitionspsychologie ein generell noch ungelöstes Problem, eine spezielle Kritik an Hypothesen zum Stroop-Phänomen läßt sich daraus nicht ableiten.

Zusammenfassung

Das Ziel dieser Arbeit war es, einen Beitrag zur Erklärung des Stroop-Phänomens zu leisten, d. h. der Frage nachzugehen, warum das Benennen von Farben, die in Form eines dazu inkongruenten Farbwortes gedruckt sind, erheblich gegenüber dem Benennen einfacher Farbreize beeinträchtigt ist. Die massive Störung der Reizverarbeitung ist hierbei offensichtlich an drei Charakteristika der Aufgabe gebunden:

(1) Ein selektives Beachten des relevanten Reizaspekts ist nicht möglich. Die hohe Integralität von Wort und Farbe verhindert es, die Aufgabe durch Eingangsselektion (engl. input selection) zu lösen. Ermöglicht man diese durch räumliche Trennung beider Reizaspekte, so kommt es dementsprechend zu einer deutlichen Reduktion der Störung.

(2) Das irrelevante Farbwort gehört zu derselben Antwortmenge wie die relevante Farbe. Beseitigt man diese Bedingung durch Verwendung von Worten, die nur assoziativ mit Farben in Verbindung stehen, so verringert sich die Störung erheblich. Sie folgt dabei einem "semantischen Gradienten", d. h. sie ist um so geringer, je schwächer der assoziative Zusammenhang ist (Klein 1964).

(3) Die Verarbeitung des irrelevanten Farbwortes erfolgt schneller als die der relevanten Farbe. Experimentelle Manipulationen der Verarbeitungszeiten beider Reizaspekte haben folglich wesentliche Veränderungen des Konflikts zur Folge.

Wenn somit auch die Bedingungen für das Auftreten des Phänomens bekannt sind, bleibt dennoch die Frage, auf welcher Stufe der Reizverarbeitung der Konflikt stattfindet. Als Antworten bieten sich an:

(1) Das Stroop-Phänomen als Antwortkonflikt. Hierbei wird implizit oder explizit davon ausgegangen, daß beide Reizdimensionen parallel und ohne Störung bis zur Antwortauswahl verarbeitet werden. Erst hierbei kommt es zur Verzögerung der Auslösung der relevanten durch die schneller vorliegende irrelevante Reaktion. Ein relativ ausführliches Modell zu dieser Hypothese findet sich bei Glaser & Dolt (1977).

(2) Das Stroop-Phänomen als perzeptueller Konflikt. Hierbei wird davon ausgegangen, daß das irrelevante Wort die Wahrnehmung der Farbe behindert. Diese Hypothese steht im Gegensatz zu vielen experimentellen Befunden, die für eine störungsfreie parallele sensorische Analyse der verschiedenen Dimensionen eines Reizes sprechen. Sie hat dementsprechend nur wenige Anhänger gefunden.

(3) Das Stroop-Phänomen als Encodierungskonflikt. Die Störung findet zwischen sensorischer Analyse und Antwortauswahl in einer Phase statt, in der die semantische Interpretation des Reizes erfolgt. Die Entscheidung, ob es sich beim Stroop-Phänomen um einen Antwort- oder Encodierungskonflikt handelt, gestaltet sich schwierig, da beide Hypothesen sich mit den meisten experimentellen Befunden fast gleich gut vereinbaren lassen.

Im experimentellen Teil der Arbeit wurde als erstes das Laufzeitmodell von Glaser & Dolt (1977) überprüft. In einem Doppelstimulationsexperiment wurden die beiden Faktoren *Vorexposition von Wort/Farbe* und *Lesen/Farbenbenennen* gekreuzt (Experiment 2). Beim Benennen der Farbe kam es in Abhängigkeit vom Zeitabstand der Wortdarbietung zu Reaktionszeitverlängerungen, die völlig mit den Vorhersagen aus dem Laufzeitmodell übereinstimmten. Das Lesen der Farbworte war dagegen völlig unbeeinflußbar durch irrelevante Farbinformation. Dieses Versagen des Modells wurde damit erklärt, daß die Farbe nicht verbal codiert wurde

und somit auch keinen Antwortkonflikt auslösen konnte. Es wurde daher versucht, die Verarbeitung der Farbe bis zur verbalen Antwort künstlich anzuregen (Experiment 3). Dies hatte zwar tatsächlich einen Antwortkonflikt zur Folge, dessen Höhe und zeitlicher Verlauf aber nicht mit dem Laufzeitmodell in Einklang gebracht werden konnten.

Die Betrachtung der Ergebnisse von Experiment 3 legte die Vermutung nahe, daß nur ein kleiner Teil der Störung in der normalen Stroop-Situation durch einen Antwortkonflikt bedingt ist. Als Alternative bot sich die Hypothese eines Encodierungskonflikts an, die in Experiment 4 überprüft wurde. Die Vpn hatten von zwei zeitlich getrennten Farbreizen (Farbwortreizen) je nach Instruktion den ersten oder zweiten zu benennen (zu lesen). Hierbei kam es zu einer deutlichen Störung des Farbenbenennens (Lesens) bei einem Zeitabstand von 50 - 100 ms. Der deutlichste Beleg für einen Encodierungskonflikt lag hierbei in der Symmetrie der Störung: eine Präexposition des irrelevanten Reizes um 50 - 100 ms erwies sich als ebenso erschwerend für die Aufgabe wie eine Postexposition um 50 - 100 ms, ein Datum, das mit einer Antwortkonflikt-Hypothese nicht vereinbar erscheint.

In Experiment 4 sollte die Wahl eines Eingangskanals analog der normalen Stroop-Situation dadurch verhindert werden, daß der Erscheinungsort von relevantem und irrelevantem Reiz für die Vp nicht vorhersagbar war. In Experiment 5 konnte gezeigt werden, daß die Störung der Reizverarbeitung tatsächlich an diese Bedingung gebunden war: ein Konstanthalten des Darbietungsortes führte zu keiner dem Experiment 4 vergleichbaren Reaktionszeitverlängerung.

Experiment 6 diente der Überprüfung der Schwierigkeit der Zeitdiskrimination per se. Es zeigte sich, daß die Wahrnehmung eines Zeitabstandes von 50 ms eine zwar relativ schwierige Aufgabe darstellt, die aber die massiven Störungen der Reizverarbeitung in Experiment 4 nicht zu erklären vermag.

Literatur

Agnew, N., Agnew, M.: Drive level effects on tasks of narrow and broad attention. Quart. J. exp. Psychol. 15, 58-62 (1963)

An-Yen Liu: Decrease in Stroop effect by reducing semantic interference. Percept. Mot. Skills 37, 263-265 (1973)

Bakan, P., Alperson, B.: Pronounceability, attensity, and interference in the color-word test. Amer. J. Psychol. 80, 416-420 (1967)

Brown, W.: Practice in associating color-names with colors. Psychol. Rev. 22, 45-55 (1915)

Clark, H.H., Brownell, H.H.: Judging up and down. J. exp. Psychol; Hum. Perc. Perf. 1, 339-352 (1975)

Comalli, P.E., Wapner, S., Werner, H.: Interference effects of Stroop color-word test in childhood, adulthood, and aging. J. Genet. Psychol. 100, 47-53 (1962)

Cramer, P.: The Stroop effect in preschool aged children: a preliminary study. J. Genet. Psychol. 111, 9-12 (1967)

Dalrymple-Alford, E.C.: Interlingual interference in a color-naming task. Psychon. Sci. 10, 215-216 (1968)

Dalrymple-Alford, E.C.: Associative facilitation and interference in the Stroop color-word task. Percept. Psychoph. 11, 274-276 (1972a)

Dalrymple-Alford, E.C.: Sound similarity and color-word interference in the Stroop task. Psychon. Sci. 28, 209-210 (1972b)

Dalrymple-Alford, E.C., Azkoul, J.: The locus of interference in the Stroop and related tasks. Percept. Psychoph. 11, 385-388 (1972)

Dalrymple-Alford, E.C., Budayr, B.: Examination of some aspects of the Stroop color-word test. Percept. Mot. Skills 23, 1211-1214 (1966)

Daniel, J.: Performance in an interference test and some changes in the vegetative functions. Studia Psychologica 11, 267-271 (1969)

Deutsch, J.A., Deutsch, D.: Attention: some theoretical considerations. Psychol. Rev. 70, 80-90 (1963)

Deutsch, J.A., Deutsch, D.: Comments on selective attention: perception or response? Quart. J. exp. Psychol. 19, 362-363 (1967)

Dyer, F.N.: The duration of word meaning responses: Stroop interference for different preexposures of the word. Psychon. Sci. 25, 229-231 (1971a)

Dyer, F.N.: Color-naming interference in monolinguals and bilinguals. J. verb. Learn. verb. Behav. 10, 297-302 (1971b)

Dyer, F.N.: A comparison of chromatic and achromatic versions of the Stroop color-word test. Psychon. Sci. 22, 235-237 (1971c)

Dyer, F.N.: Latencies for movement naming with congruent and incongruent word stimuli. Percept. Psychoph. 11, 277-280 (1972)

Dyer, F.N.: Same and different judgements for word-color pairs with "irrelevant" words or colors: evidence for worde-code comparisons. J. exp. Psychol. 98, 102-108 (1973a)

Dyer, F.N.: Interference and facilitation for color naming with separate bilateral presentations of the word and color. J. exp. Psychol. 99, 314-317 (1973b)

Dyer, F.N.: The Stroop phenomenon and its use in the study of perceptual, cognitive, and response processes. Memory & Cognition 1, 106-120 (1973)

Dyer, F.N., Severance, L.J.: Effects of irrelevant colors on reading of color names: a controlled replication of the "reversed Stroop" effect. Psychon. Sci. 28, 336-338 (1972)

Dyer, F.N., Severance, L.J.: Stroop interference with successive presentations of separate incongruent words and colors. J. exp. Psychol. 98, 438-439 (1973)

Egeth, H.E., Blecker, D.L., Kamlet, A.S.: Verbal interference in a perceptual comparison task. Percept. Psychoph. 6, 355-356 (1969)

Ellison, A.E., Lambert, W.E.: Reduction of response interference through verbal repetition. Br. J. Psychol. 59, 147-155 (1968)

Eriksen, B.A., Eriksen, C.W.: The importance of being first: a tachistoscopic study of the contribution of each letter to the recognition of four-letter words. Percept. Psychoph. 15, 66-72 (1974)

Fehrer, E., Raab, D.: Reaction time to stimuli masked by metacontrast. J. exp. Psychol. 63, 143-147 (1962)

Flowers, J.H.: "Sensory" interference in a word-color matching task. Percept. Psychoph. 18, 37-43 (1975)

Flowers, J.H., Dutch, S.: The use of visual and name codes in scanning and classifying colors. Memory & Cognition 4, 384-390 (1976)

Fox, L.A., Shor, R.E.: Semantic gradients and interference with sorting according to color, spatial position, and numerosity. Bull. of the Psychon. Society 7, 187-189 (1976)

Fox, L.A., Shor, R.E., Steinman, R.J.: Semantic gradients and interference in naming color, spatial direction, and numerosity. J. exp. Psychol. 91, 59-65 (1971)

Fraisse, P.: Why is naming longer than reading? Acta Psychologica 30, 96-103 (1969)

Friedman, H., Derks, P.L.: Simultaneous motor and verbal processing of visual information in a modified Stroop test. Percept. Psychoph. 13, 113-115 (1973)

Garner, W.R.: The stimulus in information processing. American Psychologist 25, 350-358 (1970)

Garner, W.R., Felfoldy, G.L.: Integrality of stimulus dimensions in various types of information processing. Cognitive Psychology 1, 225-241 (1970)

Gholson, B., Hohle, R.H.: Verbal reaction times to hues vs hue names and forms vs form names. Percept. Psychoph. 3, 191-196 (1968a)

Gholson, B., Hohle, R.H.: Choice reaction times to hues printed in conflicting hue names and nonsense words. J. exp. Psychol. 76, 413-418 (1968b)

Glaser, W.R.: Varianzanalyse. Stuttgart, New York: Gustav Fischer Verlag 1978

Glaser, W.R., Dolt, M.O.: A functional model to localize the conflict underlying the Stroop phenomenon. Psychol. Res. 39, 287-310 (1977)

Golden, C.J.: Effect of differing number of colors on the Stroop color and word test. Percept. Mot. Skills 39, 550 (1974)

Grand, S., Segal, S.J.: Recovery in the absence of recall: an investigation of color-word interference. J. exp. Psychol. 72, 138-144 (1966)

Gumenik, W.E., Glass, R.: Effects of reducing the readability of the words in the Stroop color-word test. Psychon. Sci. 20, 247-248 (1970)

Hamers, J.F., Lambert, W.E.: Bilingual interdependencies in auditory perception. J. verb. Learn. verb. Behav. 11, 303-310 (1972)

Harrison, N.S., Boese, E.: The locus of semantic interference in the "Stroop" color-naming task. Percept. Psychoph. 20, 408-412 (1976)

Hick, W.E.: On the rate of gain of information. Quart. J. exp. Psychol. 4, 11-26 (1952)

Hintzman, D.L., Carre, F.A., Eskridge, V.L., Owens, A.M., Shaff, S.S., Sparks, M.E.: "Stroop" effect: input or output phenomenon? J. exp. Psychol. 95, 458-459 (1972)

Hock, H.S., Egeth, H.: Verbal interference with encoding in a perceptual classification task. J. exp. Psychol. 83, 299-303 (1970)

Hock, H., Petrasek, J.: Verbal interference with perceptual classification: the effect of semantic structure. Percept. Psychoph. 13, 116-120 (1973)

Houston ,B.K.: Noise, task difficulty, and Stroop color-word performance. J. exp. Psychol. 82, 403-404 (1969)

Jensen, A.R., Rohwer, W.D.: The Stroop color-word test: a review. Acta Psychologica 25, 36-93 (1966)

Kamlet, A.S., Egeth, H.E.: Note on construction of Stroop-type stimuli. Percept. Mot. Skills 29, 914 (1969)

Kantowitz, B.H.: Double stimulation. In: Kantowitz, B.H. (Hrsg.): Human information processing: tutorials in performance and cognition. Hillsdale, N. J.: Erlbaum 1974

Keele, S.W.: Attention demands of memory retrieval. J. exp. Psychol. 93, 245-248 (1972)

Klein, G.S.: Semantic power measured through the interference of words with color-naming. Amer. J. Psychol. 77, 576-588 (1964)

Külpe, O.: Versuche über Abstraktion. In: Ber. I. Kongr. exp. Psychol. Leipzig: Barth 1904

Langer, J., Rosenberg, B.G.: Symbolic meaning and color naming. J. Pers. Soc. Psychol. 4, 364-373 (1966)

Lappin, J.S.: Attention in the identification of stimuli in complex visual displays. J. exp. Psychol. 75, 321-328 (1967)

Ligon, E.M.: A genetic study of color naming and word reading. Amer. J. exp. Psychol. 44, 103-122 (1932)

Lund, F.H.: The rôle of practice in speed of association. J. exp. Psychol. 10, 424-433 (1927)

Majeres, R.L.: The combined effects of stimulus and response conditions on the delay in identifying the print color of words. J. exp. Psychol. 102, 868-874 (1974)

Morin, R.E., Konick, A., Troxell, N., McPherson, S.: Information and reaction time for "naming" responses. J. exp. Psychol. 70, 309-314 (1965)

Merz, F.: Über die individuelle Interferenzneigung. Ztschr. exp. angew. Psychol. 8, 381-392 (1961)

Morton, J.: Categories of interference: verbal mediation and conflict in card sorting. Br. J. Psychol. 60, 329-346 (1969)

Morton, J.: A functional model for memory. In: Norman, D.A. (Hrsg.): Models of human memory. New York: Academic Press 1970

Morton, J.: Facilitation in word recognition: experiments causing change in the logogen model. In: Kolers, P.A., Wrolstad, M., Bouma, H. (Hrsg.): Processing of visible language, Bd. 1. New York: Plenum 1979

Morton, J., Chambers, S.M.: Selective attention to words and colours. Quart. J. exp. Psychol. 25, 387-397 (1973)

Murray, D.J., Mastronardi, J., Duncan, S.: Selective attention to "physical" vs "verbal" aspects of colored words. Psychon. Sci. 26, 305-307 (1972)

Nealis, P.M.: The Stroop phenomenon: some critical tests of the response competition hypothesis. Percept. Mot.

Skills 37, 147-153 (1973)

Nealis, P.M.: Reversal of Stroop test: interference in word reading. Percept. Mot. Skills 38, 379-382 (1974)

Neumann, O.: Informationsselektion und Handlungssteuerung - Untersuchungen zur Funktionsgrundlage des Stroop-Interferenzphänomens. Dissertation Universität Bochum 1980

Oppelt, W.: Kleines Handbuch technischer Regelvorgänge. Weinheim/Bergstr.: Verlag Chemie 1960

Palef, S.: Judging pictorial and linguistic aspects of space. Memory & Cognition 6, 70-75 (1978)

Palef, S., Olson, D.R.: Spatial and verbal rivalry in a Stroop-like task. Canad. J. Psychol. 29, 201-209 (1975)

Pick, A.D., Pick jr., H.L., Hales, J.J.: Selective attention to words and colors. Psychon. Sci. 29, 85-87 (1972)

Posner, M.I.: Coordination of internal codes. In: Chase, W.G. (Hrsg.): Visual information processing. New York: Academic Press 1973

Posner, M.I., Boies, S.J.: Components of attention. Psychol. Rev. 78, 391-408 (1971)

Posner, M.I., Boies, S.J., Eichelman, W.H., Taylor, R.L.: Retention of visual and name codes of single letters. J. exp. Psychol. Monogr. 79, 1-16 (1969)

Posner, M.I., Snyder, C.R.R.: Attention and cognitive control. In: Solso, R.L. (Hrsg.): Information processing and cognition: the Loyola Symposium. Hillsdale N.J.: L. Erlbaum 1975

Preston, M.S., Lambert, W.E.: Interlingual interference in a bilingual version of the Stroop color-word test. J. verb. Learn. verb. Beh. 8, 295-301 (1969)

Pritchatt, D.: An investigation into some of the underlying associative verbal processes of the Stroop colour effect. Quart. J. exp. Psychol. 20, 351-359 (1968)

Rand, G., Wapner, S., Werner, H., McFarland, J.H.: Age differences in performance on the Stroop color-word test. J. Pers. 31, 534-558 (1963)

Ray, C.: The manipulation of color response times in a color-word interference task. Percept. Psychoph. 16, 101-104 (1974)

Regan, J.: Involuntary automatic processing in color-naming tasks. Percept. Psychoph. 24, 130-136 (1978)

Scheibe, K.E., Shaver, P.R., Carrier, S.C.: Color association values and response interference on variants of the Stroop test. Acta Psychologica 26, 286-295 (1967)

Schiller, P.H.: Developmental study of color-word interference. J. exp. Psychol. 72, 105-108 (1966)

Schmit, V., Davis, R.: The role of hemispheric specialization in the analysis of Stroop stimuli. Acta Psychologica 38, 149-158 (1974)

Schulz, T.: Stroop-Interferenz: Theorie und Daten. Psychol. Beitr. 20, 72-114 (1978)

Schulz, T.: Components of the reaction time Stroop-task. Psychol. Res. 40, 377-395 (1979)

Severance, L.J., Dyer, F.N.: Failure of subliminal word presentations to generate interference to color naming. J. exp. Psychol. 101, 186-189 (1973)

Seymour, P.H.K.: A model for reading, naming and comparison. Br. J. Psychol. 64, 35-49 (1973a)

Seymour, P.H.K.: Stroop interference in naming and verifying spatial locations. Percept. Psychoph. 14, 95-100 (1973b)

Seymour, P.H.K.: Stroop interference with response, comparison, and encoding stages in a sentence-picture comparison task. Memory & Cognition 2, 19-26 (1974)

Seymour, P.H.K.: Conceptual encoding and locus of the Stroop effect. Quart. J. exp. Psychol. 29, 245-265 (1977)

Shor, R.E.: The processing of conceptual information on spatial directions from pictorial and linguistic symbols. Acta Psychologica 32, 346-365 (1970)

Shor, R.E.: Symbol processing speed differences and symbol interference effects in a variety of concept domains. J. General Psychol. 85, 187-205 (1971)

Shor, R.E., Hatch, R.P., Hudson, L.J., Landrigan, D.T., Shaffer, H.J.: Effect of practice on a Stroop-like spatial directions task. J. exp. Psychol. 94, 168-172 (1972)

Sichel, J.L., Chandler, K.A.: The color-word interference test: the effects of varied color-word combinations upon verbal response latency. J. Psychol. 72, 219-231 (1969)

Singer, M.H., Lappin, J.S., Moore, L.P.: The interference of various word parts on color naming in the Stroop test. Percept. Psychoph. 18, 191-193 (1975)

Sperling, G.: The information available in brief visual presentations. Psychol. Monogr. Gen. Appl. 74, 1-29 (1960)

Stein, K.B., Langer, J.: The relation of covert cognitive interference in the color-phonetic symbol test to personality characteristics and adjustment. J. Pers. 34, 241-251 (1966)

Sternberg, S.: Two operations in character recognition: some evidence from reaction time measurements. Percept. Psychoph. 2, 43-53 (1967)

Stirling, N.: Stroop interference: an input and an output phenomenon. Quart. J. exp. Psychol. 31, 121-132 (1979)

Stroop, J.R.: Studies of interference in serial verbal reactions. J. exp. Psychol. 18, 643-662 (1935)

Tecce, J.J., Dimartino, M.: Effects of heightened drive (shock) on performance in a tachistoscopic color-word interference task. Psychol. Rep. 16, 93-94 (1965)

Tecce, J.J., Happ, S.J.: Effects of shock-arousal on a card-sorting test of color-word interference. Percept. Mot. Skills 19, 905-906 (1964)

Thackray, R.I., Jones, K.N.: Level of arousal during Stroop performance: effects of speed stress and "distraction". Psychon. Sci. 23, 133-135 (1971)

Thackray, R.I., Jones, K.N., Touchstone, R.M.: The color-word interference test and its relation to performance impairment under auditory distraction. Psychon. Sci. 28, 225-227 (1972)

Treisman, A.M.: The effect of irrelevant material on the efficiency of selective listening. Amer. J. Psychol. 77, 533-546 (1964)

Treisman A.M.: Strategies and models of selective attention. Psychol. Rev. 76, 282-299 (1969)

Treisman, A.M., Fearnley, S.: The Stroop test: selective attention to colours and words. Nature 222, 437-439 (1969)

Treisman, A., Geffen, G.: Selective attention: perception or response? Quart. J. exp. Psychol. 19, 1-17 (1967)

Treisman, A.M., Riley J.G.A.: Is selective attention selective perception or selective response? A further test. J. exp. Psychol. 79, 27-34 (1969)

Tversky, B.: Pictorial and verbal encoding in a short term memory task. Percept. Psychoph. 6, 225-233 (1969)

Uleman, J.S., Reeves, J.: A reversal of the Stroop interference effect, through scanning. Percept. Psychoph. 9, 293-295 (1971)

Warren, R.E.: Stimulus encoding and memory. J. exp. Psychol. 94, 90-100 (1972)

Warren, R.E., Lasher, M.D.: Interference in a typeface variant of the Stroop test. Percept. Psychoph. 15, 128-130 (1974)

Warren, L.R., Marsh, G.R.: Hemispheric asymmetrie in the processing of Stroop stimuli. Bull. Psychon. Soc. 12, 214-216 (1978)

White, B.W.: Interference in identifying attributes and attribute names. Percept. Psychoph. 6, 166-168 (1969)

Williams, E.: The effects of amount of information in the Stroop color word test. Percept. Psychoph. 22, 463-470 (1977)

Windes, J.D.: Reaction time for numerical coding and naming of numerals. J. exp. Psychol. 78, 318-322 (1968)

Lebenslauf

Persönliche Daten

Name:	Margrit Olive Glaser
Geburtstag:	31.12.1944
Geburtsort:	Sonnenburg/Neumark
Eltern:	Karl Dolt, Kaufmann
	Olive Dolt, geb. Martin, Hausfrau
Eheschließung:	12.11.1976 mit Dr. phil. Dipl.-Ing. Wilhelm R. Glaser, Akademischer Rat

Ausbildung und Beruf

1951 - 1955	Volksschule Neu-Ulm/Donau
1955 - 1964	Oberrealschule Neu-Ulm/Donau
Juli 1964	Reifeprüfung
1964 - 1966	Apothekerpraktikantin in der Engel-Apotheke Ulm/Donau
September 1966	Pharmazeutische Vorprüfung
1966 - 1970	Studium der Pharmazie an der Universität München
April 1970	Staatsexamen in Pharmazie
Februar 1972	Approbation als Apothekerin
1970 - 1976	Studium der Psychologie an der Universität Tübingen
Mai 1973	Diplomvorprüfung in Psychologie
November 1976	Diplomhauptprüfung in Psychologie
April 1977 - August 1977	Wissenschaftliche Angestellte mit Lehrauftrag für Statistik und Experimentalpraktikum B am Psychologischen Institut der Universität Tübingen